

# 112 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)(3/4)

執行期間：

全程：自 110 年 01 月 01 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 112 年 01 月 01 日 至 112 年 12 月 31 日止

主管機關：核能安全委員會

執行單位：國家原子能科技研究院



# 目 錄

【112 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】 .....	i
第一部分 .....	1-1
壹、 目標與架構 .....	1-2
一、 總目標及其達成情形 .....	1-2
二、 架構 .....	1-16
三、 細部計畫與執行摘要 .....	1-24
貳、 經費執行情形 .....	1-39
一、 經資門經費表(E005) .....	1-39
二、 經費支用說明 .....	1-40
三、 經費實際支用與原規劃差異說明 .....	1-40
第二部分 .....	2-1
壹、 成果之價值與貢獻度 .....	2-2
貳、 檢討與展望 .....	2-13
參、 其他補充資料 .....	2-15
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合 .....	2-15
二、 大型科學儀器使用效益說明 .....	2-16
三、 其他補充說明(分段上傳) .....	2-16
附表、佐證資料表 .....	3-1



## 【112年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	112-2001-02-28-02					
計畫名稱	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)(3/4)					
主管機關	核能安全委員會					
執行機關	國家原子能科技研究院					
計畫主持人	姓名	徐○○	職稱			
	服務機關	國家原子能科技研究院				
	電話	(03)471-1400 轉○○	電子郵件			
計畫類別	<input type="checkbox"/> 政策計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 一般計畫 <input type="checkbox"/> 基礎研究 <input type="checkbox"/> 前瞻計畫					
重點政策項目	<input type="checkbox"/> 數位經濟與服務業科技創新 <input type="checkbox"/> 亞洲·矽谷 <input type="checkbox"/> 智慧機械 <input type="checkbox"/> 綠能產業 <input checked="" type="checkbox"/> 生醫產業 <input type="checkbox"/> 國防產業 <input type="checkbox"/> 新農業 <input type="checkbox"/> 循環經濟圈 <input type="checkbox"/> 晶片設計與半導體前瞻科技 <input type="checkbox"/> 文化創意產業科技創新 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>原子能</u>					
前瞻項目	<input type="checkbox"/> 綠能建設 <input type="checkbox"/> 數位建設 <input type="checkbox"/> 人才培育促進就業之建設					
計畫群組及比重	生命科技 <u>32</u> %    環境科技 <u>55</u> %    資通電子 <u>   </u> % 工程科技 <u>   </u> %    人社科服 <u>   </u> %    科技創新 <u>13</u> % 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。					
執行期間	112 年 1 月 1 日 至 112 年 12 月 31 日					
全程期間	110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度請填決算數) (上方欄位當年度亦填決算數)	年度	經費(千元)	人力(人/年)			
	110	215,650	168.4			
	111	193,717	162.3			
	112	206,385	175.6			
	113	230,000	169.8			
	合計	845,752	676.1			
	112 年度	經費項目		預算數 (千元)	決算數(千元) (實支數+保留數)	執行率 (%)
		經常門	人事費			
			材料費			
			其他經常支出			
小計			117,252	117,092	99.86	
資本		土地建築				
	儀器設備					

	門	其他資本支出			
		小計	89,133	89,117	99.98
		經費合計	206,385	206,209	99.91
<b>政策依據</b>		1. EYGUID-01110515000000：行政院 111 年度施政方針：十五、嚴密監督核電廠運轉與除役作業及放射性廢棄物管制，持續推動公眾參與及資訊透明，強化輻安管制、環境輻射偵測及災害防救能量。 2. PRESTSAIP-01090300000000：六大核心戰略產業推動方案：臺灣精準健康產業。 3. NSTP-20210401020000：國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)：4-1-2.發展精準健康醫療福祉。 4. NSTP-20210403030000：國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)：4-3-3.核能除役邁向綠色社會。			
<b>本計畫在機關施政項目之定位及功能</b>		<p>國家原子能科技研究院(前身為核能研究所)成立至今已逾五十年，在原子能科技領域已建立深厚之研發能量。在核能技術方面，整合核子燃料、反應器運轉維修、低放射性廢棄物處理、核電安全分析及系統工程技術等，建立本土化核能技術與能力。更能在國內核電廠之安全維護與營運績效的提升，扮演著關鍵性角色。在設施除役及低放射性廢棄物處理方面，部分核設施已完成國家階段性任務，進入到除役及清理的階段，現均依法令在限定期間完成相關除役工作。自 1978 年開始，亦擔負國內(核電廠除外)之低放射性廢棄物接收處理，在專業同仁戮力下，低放射性廢棄物處理及貯存設施的營運管理成效良好，確保了國內醫工農學各業小產源之低放射性廢棄物的處理安全。在生醫技術應用方面，擁有國內唯一之中型迴旋加速器，配合專業之輻射偵測、影像處理及醫用同位素與核醫藥物研製經驗與技術，提供放射化學合成與標幟、影像分析、同位素自動化生產、高階醫材研發等核心技術，建立獨特性與唯一性的原子能科技應用研發能量，投入新穎診療藥物與輻射生醫影像創新應用研發，對國家經濟與國人健康做出直接貢獻。在原子物理新穎技術開發與應用方面，將建立本土化高密度電漿聚焦(DPF)中子源技術，完成熱中子影像平台建置與快中子軟錯誤率測試技術及平台，為我國中子應用科技奠立基礎，提昇競爭力。另亦利用相關原子能衍生技術，發展半導體生物晶片感測技術，協助政府推動「5+2 產業創新計畫」之生醫產業相關應用。</p>			
<b>計畫摘要</b>		<p>原子能系統工程跨域整合發展計畫第二期包含有四個子項計畫，分別為：1.核電終期營運安全與用過核子燃料貯存技術發展。2.核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行。3.生醫科技輻射應用研究。4.原子物理新穎技術開發與應用等四個子項計畫。計畫的總目標依序為：1.精進核能安全技術，強化核能設施安全營運。2.建立核設施除役及放射性廢棄物處理技術，執行停用核設施除役任務。3.推廣核醫診療藥物研發與核醫材開發，</p>			

促進相關生物科技產業發展。4.發展原子物理新穎技術，帶動中子、量子與衍生技術之民生應用與發展。				
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形		<b>原設定</b> (系統帶入計畫書填寫資料，不可修改)	<b>達成情形</b> (系統帶入管考填寫資料，可修改)	
	計畫目標 1 完成 BWR-6 機組長期停機期間風險燈號判定準則及安全系統/設備放寬或移除最適化條件，完成能源基礎設施危害辨識，建立劑量分析技術，精進用過核子燃料貯存安全，促成技服簽約金 25,000 千元。(3/4)	預期關鍵成果 1	完成 BWR-6 機組長期停機期間電廠組態風險燈號判定準則及安全系統/設備放寬或移除最適化條件評估，並培育人才，促成技服簽約金 6,000 千元。	研析與爐心安全有關之安全系統與設備之設計資料，完成冷卻水流失事故有關之靈敏度案例分析及核二廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告，INER-17020R。進行 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則研究，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據，完成 BWR-6 機組長期停機緊要安全系統之確認與電廠狀態燈號判定報告，NARI-17374。達成促成技服簽約金 6,000 千元。
		預期關鍵成果 2	延伸量化風險評估技術，完成能源基礎設施危害辨識，並建立參考人及代表人劑量分析技術，促成技服簽約金 12,000 千元。	以風險管理面向，從量化風險評估技術角度，以美國基礎設施韌性評估框架及評估方法為基礎。研究成果可貢獻於我國關鍵基礎設施管制機關制定法規之技術基準，包括能源基礎設施危害辨識與後續整合「安全防護、風險管理和韌性管理」及減輕潛在危害之影響。

			以劑量管理面向，透過福島事故、放射性食品、環境劑量評估與劑量轉換係數等技術研發，整合曝露轉換係數並發展曝露劑量評估技術。研究成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議，以及國內環境劑量安全評估之技術基準。達成促成技服簽約金 12,000 千元。
		預期關鍵成果 3	精進用過核子燃料水下超音波檢驗與結構安全評估技術，執行中子吸收材料劣化實驗，提升燃料貯存安全並拓展應用效益，促成技服簽約金 7,000 千元。
	計畫目標 2 完成 112 年 TRR 除役工作、除役廢棄物安定化及減容處理、測試燃料封裝系統建置。完成地下水復育	預期關鍵成果 1	完成上熱屏蔽拆解、生物屏蔽體第一期切割、DSP 150m <sup>3</sup> 廢棄物偵檢分類、015D-1、3、9 號窖清理。
			完成生物屏蔽體第一期拆解工程竣工及水下切割設備機具建置，因上熱屏蔽切割作業場地之「溼式切割站水槽」發生滲漏情況，執行水槽補強作業，延遲上熱屏蔽拆解；完成燃料乾貯場(DSP)清除作業之廢棄物偵檢分類與整檢達 250 m <sup>3</sup> ；完成高活度廢棄

與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線、減容比 10 以上模擬核種樹脂處理研究報告、1 公秉小產源廢液處理、2 桶廢油泥安定化技術評估、大型物件表面污染容許標準報告 1 份、10 噸污染金屬之處理與減量作業。 (3/4)			物地下貯存庫(015D)1、3、9 號窖清理。
	預期關鍵成果 2	完成熱室測試燃料封裝系統建置、地下水復育與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線、80 組 C1 及 6 組 C2 廢棄物盛裝容器批次建置及 10 組 C2 提籃製作。	完成熱室測試燃料封裝系統建置；完成地下水復育與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線；已完成 76 組 C1 容器、8 組 C2 容器及 6 組裝載用提籃之採購製作。
	預期關鍵成果 3	完成 1 公秉小產源廢液處理、減容比 10 以上模擬核種樹脂處理研究報告、2 桶廢油泥分析與安定化評估、大型物件表面污染容許標準報告 1 份、5 噸金屬廢棄物解除管制量測、015A 館除污間第二期設備建置及 10 噸污染金屬處理減量。	完成小產源廢液累積處理量達 1 公秉、樹脂處理研究報告；完成 2 桶廢油泥分析，以及完成 TRR 廢油泥安定化方法評估報告 (NARI-OM-2859)；完成核電廠除役大型物件表面污染容許標準報告 1 份及 5 噸金屬廢棄物解除管制量測；完成 015A 館除污間室外水槽修補及輸送抽水機更換及完成 10 噸污染金屬處理除污，年累積處理完成重量達 10 噸。
計畫目標 3 精進核醫製藥系統，降低加速器當機率小於 13%，完成原料藥主檔案 1 份、年度藥物技服	預期關鍵成果 1	精進迴旋加速器，當機率小於 13%，完成銻-67 原料藥主檔案 1 份，精進放射性藥品高效能液相層析儀，並完成操作訓練 5 人次及確效文件 1 份	迴旋加速器年當機率為 4.37%；銻-67 原料藥主檔案完成 1 份；完成放射性藥品高效能液相層析儀教育訓練 5 人次及確效文件 1 份；111 年 12 月完成核研檸檬酸銻 [銻-67] 注射劑許可證展延及換發作業，已完成「高比活性銻-99m 注射液」藥品許可證展延相

	<p>37,000 千元、服務 3.7 萬人次、中子源 SOP 3 份，及新藥臨床前試驗 2 件、CMC 20 份、自動合成盒技術 1 件，及應用 AI 提高 ECD 前驅物產率 10% 與標準品達 1 公克/批次，並利用 CT 影像重建 AI 模型與 4 能階 PCD-CT 演算法，使骨科影像相似性達 80% 與訊雜比 (SNR) 提升 20%，並完成小尺寸 PCD 開發驗證。(3/4)</p>		<p>與「核研檸檬鎳(鎳-67)注射劑」及「高比活性鎳-99m 注射液」藥品許可證展延與每季作業區環境監測；年度藥物技服 37,000 千元，服務 3.7 萬人次；並完成加速器中子源中子通量量測、熱中子照相及軟錯誤率測試標準作業程序書 3 份。</p>	<p>關文件之前置作業，訂於效期屆期前(113 年 7 月 18 日)，再送衛福部辦理展延作業，以有效銜接藥證展延期程；已完成 112 年 1~3 季作業區環境監測；年度技服累積收入 90,142 千元，累積服務人數為 7 萬 6 千餘人次；原能會已於 112 年 09 月 18 日核准雙功能中子靶站運轉執照，並完成雙功能中子源設備應用管制程序、熱中子照相及軟錯誤率測試等至少 5 份程序書及研究報告。完成擬單能中子照射服務共計 18 小時。</p>
		<p>預期 關鍵 成果 2</p>	<p>完成腫瘤放射診療藥物毒性預試驗、動脈粥狀硬化診斷造影劑 CMC 文件 20 份；神經退化診斷造影劑生物驗證、鎳-89 標誌抗體自動合成盒技術一件；應用 AI 提高 ECD、AV-133 類似物前驅物總產率提高至少 10% 與擴量非放射性標準品達 1 公克/批次。</p>	<p>完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑 CMC 文件 10 份及毒性預試驗報告 1 份，完成動脈粥狀硬化診斷造影劑 CMC 文件 16 份；完成神經退化診斷造影劑 syn-4 之生物驗證與鎳-89 標誌抗體之自動合成盒製作安裝與測試；應用 AI 針對 ECD 及 AV-133 類似物前驅物舊製程進行改善，利用改良後之精進製程各合成一批次約 1 公克前驅物，精進新製程總產率，在 ECD 部分，由原先之 30% 提升至 42%，提升約 12%，在 AV-133 類似物部分，由原先之 28% 提升至 45%，提升約 17%，並提供 AV-133 類似物 1.5 克，進行後續標誌實驗研究。</p>

		<p>預期 關鍵 成果 3</p>	<p>完成 CT 影像重建 AI 深度學習模型與 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法，分別使骨科 CT 影像之結構相似性指標 (SSIM) 達 80%；以及骨質重建影像訊雜比 (SNR) 提升 20%；並完成小尺寸 PCD 開發驗證。</p>	<p>完成 AI 深度學習之 3D-CT 重建模型實作與驗證，可由多角度 2D 之 X 光造影數據生成 3D-CT 影像，使胸腔脊椎 CT 重建影像之結構相似性指標 (SSIM) 達 85.4%。完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發，並以本院自行開發之 PCD-CT 成像模擬器與 PCD-CT 造影系統分別進行模擬與實驗數據成像效能驗證。模擬與實驗數據重建影像解析度皆可大於 512×512 像素；與主流濾波反投影法 (FBP) 相比，模擬數據重建影像訊雜比 (SNR) 可提升 41% 以上，實驗數據重建影像 SNR 可提升 37% 以上。完成 2 能階之線陣型 PCD 掃描離型系統，完成影像拼接程式開發，以 2D 金屬材質片進行掃描驗證，掃描結果與正確尺寸圖像之影像配準 RMSE 為 0.075，結構相似度為 90.57%。</p>
	<p>計畫目標 4 完成移動式中子源、量中子材料能帶結構組成及生物檢測晶片原型製作，促成產業共同投入</p>	<p>預期 關鍵 成果 1</p>	<p>完成 DPF 移動式中子源最佳化設計，完成熱中子照相及快中子軟錯誤率測試平台的建置及技術建立。</p>	<p>完成 DPF 電力防護之建置與低壓測試，低壓測試明顯抑制電壓脈衝波。完成熱中子照相平台建置，並可執行熱中子照相。完成快中子軟錯誤率測試平台，並測出靜態記憶體發生軟錯誤率。</p>

	<p>平台整合技術研發，完成至少 3 項技術開發，並簽訂外委計畫 3 件，簽約金達 300 千元。 (3/4)</p>	<p>預期關鍵成果 2</p>	<p>發展調控材料能帶結構組成技術，完成量子自旋與儲能元件評估及超晶格薄膜磊晶技術等 3 項技術開發，並簽訂外委計畫 2 件，簽約金達 200 千元。</p>	<p>研發量子點儲能元件，測試結果為放電電壓達 1.6V，體積電容量密度可達 203 Wh/L，完成拓樸磁阻式元件技術開發，磁阻比可達 52%，符合年度目標，以及完成 InAs 量子點超晶格結構製作。傅立葉中遠紅外線光譜儀分析，InAs 樣品可顯示出波長 3.4 微米的光學吸收響應躍遷，符合年度目標，並將研發成果之衍伸技術進行推廣，簽訂外委計畫 4 件，簽約金 36,095 千元。</p>
		<p>預期關鍵成果 3</p>	<p>完成檢測晶片原型製作及半導體生物界面接合技術開發，並簽訂外委計畫 1 件，簽約金達 100 千元。</p>	<p>完成感測電路模擬設計，並於矽基板上完成感測電路樣品實體製作。完成以 CTx-1 分子為模板分子之分子印刷高分子製作，並塗佈於感測電路表面完成晶片原型製作。進行晶片電極量測 CTx-1 濃度驗證，結合多域排列叉指式電極與交流阻抗分析技術可辨識濃度達 1 ng/mL (正常尿液中濃度為 <math>1.03 \pm 0.41</math> ng/mL)。將研發成果之衍伸技術進行推廣，簽訂外委計畫 1 件，簽約金 150 千元。</p>
<p><b>計畫效益與重大突破</b></p>	<p>1.研析核二廠相關程序書，擬定與爐心安全分析有關之安全系統與設備清單，根據安全分析結果提出安全系統/設備放寬或移除之最適化條件研究，供管制單位了解電廠安全系統/設備放寬或移除對爐心燃料安全的影響。(子項一)</p> <p>2.完成 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則，對於該型核能</p>			

機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據，可供管制單位對於同型式電廠管制參考。(子項一)

3. 從風險管理與量化評估技術之角度，以美國基礎設施韌性評估框架及評估方法為基礎，研究成果可貢獻於我國關鍵基礎設施管制機關制定法規之技術參考與基準，包括能源基礎設施危害辨識；後續可進一步整合「安全防護、風險管理和韌性管理」，以期減輕潛在危害之影響。另由劑量管理面向，透過曝露劑量評估、環境劑量評估、劑量轉換係數等技術與整合；輻射防護領域相關研究成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議，以及國內生物圈及環境劑量安全評估之技術基準。(子項一)
4. TRR 爐體之生物屏蔽體為鋼筋混凝土結構，應用業界較少採用乾式鑽石鏈鋸切割技術及計畫所開發乾式切割工法，完成 074 館 TRR 爐體之生物屏蔽體第一期拆解工程。(子項二)
5. 燃料乾貯場清理，共挖掘出 175 支貯存孔鋼管，其中 145 支歸類於低劑量貯存孔鋼管，已於年度內完成切割整檢，剩餘 30 支歸類於高劑量貯存孔鋼管，已研發切割工法及建立作業程序，完成切割作業前準備工作，規劃於 113 年完成。(子項二)
6. 改善原濕式氧化暨高效率固化系統(WOHES)之處理程序，其中改良後的氫氣處理觸媒，較原先的觸媒有以下優點:(1)不產生氫氣產物、(2)降解過程較低溫、(3)不被水氣影響且其轉化效率由 70%增加到 95%。(子項二)
7. 熱室內尚存 TRR UO<sub>2</sub> 測試棒，建置 TRR UO<sub>2</sub> 測試棒封裝容器與建立封裝、移送程序，完成作業前規劃及準備，規劃於 113 年封裝並移送至院內貯存設施集中保管，達成熱室清理重要里程碑。(子項二)
8. 已建置材料孔隙率與吸附設備，並測試完成，且順利運行。此成果未來可用以律定不特定場址之含水層吸附特性，達成顧客需求及改善設計之需要，拓展技服對象。(子項二)
9. 加速器當機率為 4.37%，維持藥廠 PIC/S GMP 認證，穩定藥物供應；建立放射性鎶-67 原料藥主檔案工作團隊與分工，以因應未來新藥開發時臨床試驗及查驗登記之法規文件需求；完成雙功能與擬單能中子源靶站精進作業與龍頭半導體廠 100 萬之技服工作；年度技服收入達 90,142 千元，服務可達 7.6 萬人次；應用 AI 針對 ECD 及 AV-133 類似物前驅物舊製程進行改善，利用改良後之精進製程各合成一批次約 1 公克前驅物，精進新製程總產率，在 ECD 部分，由原先之 30%提升至 42%，提升約 12%，在 AV-133 類似物部分，由原先之 28%提升至 45%，提升

	<p>約 17%；並完成 3D-CT 影像重建 AI 模型開發實作與 4 能階 PCD-CT 演算法，分別使骨科 CT 影像之結構相似性指標(SSIM) 達 85.4%；以及骨質重建影像訊雜比(SNR)與主流方法相比可提升 37%以上；並完成 2 能階線型 PCD 開發與驗證。(子項三)</p> <p>10.完成 DPF 電力防護系統的建置，奠定明年中子產率提升的基礎。建置之快中子軟錯誤率測試平台可測出靜態記憶體之軟錯誤率。(子項四)</p> <p>11.成功開發拓樸磁阻式元件，可做為未來車載市場之應用，以及成功開發高密度 InAs 自組式量子點，量子點密度 <math>\sim 2.7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}</math>、平均高度約 4.5 nm。傅立葉中遠紅外線光譜分析顯示 InAs 樣品可顯示出波長 3.4 微米的光學吸收響應躍遷，可作為後續開發中遠紅外線偵測器所需之關鍵感光層材料。(子項四)</p> <p>12.完成骨質疏鬆因子檢測晶片原型開發，透過檢測 CTx-1 分子濃度可推估骨質流失速度，本年度已完成初步效能驗證，未來可協助提升國人骨質健康。(子項四)</p>
<p><b>遭遇困難與因應對策</b></p>	<p>1. 於執行上熱屏蔽切割模擬測試時，發現水下切割作業場所之「濕式切割站水槽」發生滲漏情形。已針對可能發生滲漏處，進行全面性水槽防漏補強作業，待補強作業完成後執行上熱屏蔽拆解及切割作業。(子項二)</p> <p>2. 30MeV 中型迴旋加速器系統相當專業複雜且機齡已 30 年，仍須穩定國內供藥，但常因零組件老舊故障當機，計畫將持續編列經費用以維護此重要基礎設施運轉(每年約 2,000 萬)，考慮到新 PIC/S GMP 附則 1 將於 112 年 08 月正式生效，要求提升製藥設施及相關設備的規格以與國際同步。為確保設施的穩定運轉，計畫每年已編列相關的經費用以進行必要的維護。若經費不足，計畫將積極爭取其他的經費支援，同時考慮以核醫藥物部份銷售收入支援運維所需之設備更新費用。(子項三)</p> <p>3. 使用 U-Net 架構所設計之 AI 模型，需事先指定多角度 2D 之 X 光造影數據的幾何與角度資訊，並完成模型訓練，實際場域應用上的泛化會受到一些限制，為克服限制，將先以多通道(Mutli-Channal)方式進行改良，後續將再進一步研究領域自適應(Domain Adaptation)、神經放射場(Neural Radiance Field)等前瞻技術。(子項三)</p>
<p><b>後續精進措施</b></p>	<p>1.針對 111~112 年已完成之高活度廢棄物地下貯存庫(015D)地下窖除役清理廢棄物將委請本院化學所進行核種活度分析。(子項二)</p>

	<p>2.汰換關鍵零組件與導入量化風險評估 PRA 技術，協助迴旋加速器設備老化與可靠度的問題，112 年當機率目標為 <math>\leq 13\%</math>；應用 30MeV 加速器運維經驗進行人員培訓，並回饋至未來 70MeV 加速器之建置與運維。(子項三)</p> <p>3.(1)後續將完成數據生成網路與擴增技術，以及低劑量 CT 影像重建之 AI 深度學習模型，在輻射劑量降為 1/3 時，骨科 CT 影像之結構相似性指標(SSIM)達 80%。(2)後續將進行 4 能階 PCD-CT 材質解析演算法開發，並搭配本年度開發之迭代式影像重建演算法應用於提升骨密度值估算準確度，協助提升骨鬆診斷準確性。(3)後續將完成 2 能階 PCD 機台與控制，可輸出 2 能階數據與成像性能驗證。(子項三)</p> <p>4.提升快中子軟錯誤率測試之輻射安全性。(子項四)</p> <p>5.導入量子點技術至記憶體領域應用，提升訊號判別度，以及精進量子感測元件製程技術，提升感測元件靈敏度與分辨率。(子項四)</p> <p>6.精進骨鬆因子檢測能力，並進行相關可靠度與重複性驗證，使晶片檢測效能達實用水準。(子項四)</p>				
計畫連絡人	姓名	李○○	職稱		
	服務機關	國家原子能科技研究院			
	電話	(03)471-1400 轉○○	電子郵件		
	姓名	胡○○	職稱		
	服務機關	國家原子能科技研究院			
	電話	(03)471-1400 轉○○	電子郵件		

# 第一部分

註：第一部分及第二部分(不含佐證資料)合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

# 壹、 目標與架構

(計畫目標與架構之呈現方式應與原綱要計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

## 一、 總目標及其達成情形

1. 全程總目標：本計畫的總目標為：(1)精進核能安全技術，強化核能設施安全營運；(2)建立核設施除役及放射性廢棄物處理技術，執行停用核設施除役任務；(3)推廣核醫診療藥物研發與核醫材開發，促進相關生物科技產業發展；(4)發展原子物理新穎技術，帶動中子、量子與衍生技術之民生應用與發展。
2. 分年目標與達成情形：請填寫為達成上述計畫總目標，各年度計畫分年目標及其達成情形。

年度 <sup>#</sup>	分年目標 <sup>*</sup>	達成情形 <sup>®</sup>
110	O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4)	<p><b>【O1KR1】</b>研究安全法理與風險管理作法，建立停機過渡期間營運安全管制基礎，促成產業技服投入 26,735 千元。研析 10 CFR 50.155 法規及美國業界所研擬之超越設計基準事故減緩策略實施導則與相關文件，完成法規論述與國際案例評析報告。完成 BWR-4 核能電廠長期停機核能電廠組態界定、長期停機篩濾準則建立及長期停機肇始事件判定，並建立 BWR-4 核能電廠長期停機之風險政策目標。建立核一廠熱水流分析模式，完成洩水有關之靈敏度案例分析及核一廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告。年度達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O1KR2】</b>強化廠外災害矩陣與環境核種傳輸研究，建立核設施避險決策機制，促成產業技服投入 13,875 千元。發展多重核設施風險評估技術，提出耦合參數之方法；探討核設施與</p>

	<p>O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4)</p>	<p>環境劑量之作用機制，發展新型輻射防護劑量轉換係數及劑量評估技術。年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O1KR3】完成核一、二、三廠用過核子燃料池冷卻循環失效之溫度變化研析，建立燃料池內中子吸收材料溫度變化情境；完成美國用過核子燃料池洩漏案例、管制要點及監測建議之研析、完成國際上用過核子燃料池之水下檢測技術研析及研究報告；完成本院既有燃料池池邊檢驗設備與技術人力盤點；促成產業技服投入 36,058 千元。完成 MCNP 程式應用於迴旋加速器之粒子追蹤模擬分析技術建立，完成 30MeV 迴旋加速器兩種不同靶材之中子特性分析及中子靶設計之適當性探討研究報告。年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O2KR1】完成 TRR 爐體水下濕式切割水槽及生物屏蔽體拆解細部設計，上生物屏蔽組件拆解切割，燃料乾貯場清理廢棄物(320m<sup>3</sup>)偵檢分類與整檢，015D 及 015F 除役計畫書等 110 年 TRR 除役工作、10 噸廢金屬符合外釋限值、25 組 C1 容器批次建置及容器包裝運送設備設計分析。年度達成百分比為 99.5 %。</p> <p>【O2KR2】完成階段熱室 90 除污及廢棄物清理、熔鑄減容 3 噸污染鍍鋅廢金屬、取樣地質鑽孔 2 孔及所區中下游溶質傳輸特性調查 1 組。年度達成百分比為 95.8 %。</p> <p>【O2KR3】完成 110 年例行減容處理量達 200 公秉(液體)/18 公噸(固體)、小產源有機廢液例行處理作業程序書 1 份、保溫棉及樹脂乾燥處理報告 2 份、高活度廢樹脂兩份文件職安會</p>
--	--	---

	<p>O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4)</p>	<p>核備、1 梯次比對試驗與建立 2 個難測核種分析技術、完成大型物件校正用標準射源 1 組、10 噸廢棄物解除管制量測。年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O3KR1】精進迴旋加速器，當機率為 10.7%，完成碘-123 原料藥主檔案 1 份；精進菌種鑑定儀，完成操作訓練 5 人次及確效文件 1 份；完成「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」及「核研美必鎔心臟造影劑」藥品許可證展延與每季作業區環境監測；年度藥物技服約 61,480 千元，服務約 6.5 萬人次，年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O3KR2】依據病理切片判讀結果顯示，主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量攝護腺癌放射治療藥物鎳-177-PSMA-617 (4340 µg/kg，約為臨床人使用量的 100 倍)，均沒有發現由試驗物質攝護腺癌放療藥物所產生的病理變化與毒性證據。完成雙標靶腫瘤缺氧放療藥物於小鼠體內 2-72 小時之生物分布試驗，24 小時有最高腫瘤吸收值 (16.82±3.69) % ID/g。完成 Zr-89 標誌抗體之血清安定性實驗。</p> <p>完成神經退化造影劑前驅物合成並完成研究報告(INER-15880H)上傳，年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O3KR3】以非監督式學習技術，使用 1000 筆無標註數據，完成 AI 去雜訊模型，應用實際 X 光脊椎影像臨床數據進行驗證，結果顯示 SNR 提昇 21.29 %達國際水準；完成 2 能階 PCD 數據生成模組與 CT 成像參數控制模組整合，生成 2 組完全獨立能階之正弦圖，並完成模擬與實驗數據比對驗證，兩者相似度一致(R-squared ≥</p>
--	---	--

	<p>O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)</p>	<p>0.91) ，年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O4KR1】完成移動式 DPF 離型機之開發及精進，執行迴旋加速器中子靶站先期測試與驗證、加速器中子源射束線組件掃描磁鐵安裝架設。在中子照相應用技術方面已簽訂「陶瓷及鎳基合金鐳道檢測」技術服務案 1 件，中子軟錯誤率應用技術方面，已與半導體廠商洽談合作方案，年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O4KR2】完成開發具量子效應之光電薄膜元件技術應用於提升現有儲能電池、抗反射膜及高功率紅外光雷射 3 項產品特性，相關技術簽訂 5 件技服案及 3 件技轉案，年度達成百分比為 100 %。</p> <p>【O4KR3】完成感測元件及智能復健裝置原型開發，整合測試結果系統能正常運作，並簽訂「關節角度量測裝置」技術服務案 1 件，年度達成百分比為 100 %。</p>
111	<p>O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(2/4)</p>	<p>【O1KR1】研析美國核電廠之設備測試失效案例經驗回饋、美國業界研擬之超越設計基準外部災害之設備防護、部署導則、遠端監控用過核子燃料池寬幅水位措施、個廠因應超越設計基準地震及洪災之減緩策略擬定導則，以及美國核管會所發佈之法規指引 RG 1.226、RG 1.227，並完成超越設計基準外部事件減緩之相關法規與國際案例研究報告。研析運轉中核能電廠績效指標及視察指標，建立長期停機風險燈別判定規則及長期績效指標門檻值，並完成 BWR-4 電廠長期停機緊要安全系統確認與電廠狀態燈號判定報告。研析與事故輻射安全防護有關之安全系統與設備</p>

	<p>O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推</p>	<p>之設計資料，並完成核一廠長期停機期間之事故劑量分析基礎模式分析報告及核一廠長期停機期間安全系統與設施放寬或移除之控制室人員劑量分析報告，期末達成百分比為 100 %，達成技服收入為 40,121 千元。</p> <p>【O1KR2】針對核子事故劑量評估程式，包括氣象資料及人口分佈資料等分析模組，建立爐心與用過核子燃料池之地震情節，執行廠外輻射曝露之風險分析。針對國際研究於生物圈之傳遞參數預設值及公式，探討適用國內電廠之劑量傳輸參數，提出適用於土壤/空氣/水之 3 種污染情境之體外曝露劑量轉換係數建議表。期末達成百分比為 100%。截至 12 月底達成技服收入為 20,009 千元。</p> <p>【O1KR3】精進水下渦電流及目視非破壞檢驗技術與沸水式核電廠用過核子燃料池超越設計基準地震之結構數值分析技術，建置中子吸收材料劣化實驗環路，提升國內研發能力與國際技術接軌，期末達成百分比為 100%，截至 12 月底達成技服收入為 15,480 千元。</p> <p>【O2KR1】完成水下濕式切割站建置，TRR 爐體拆解生物屏蔽體拆解工程第一及第二期招標；完成 DSP 清除之 330 m<sup>3</sup> 廢棄物偵檢分類及整檢；完成 015D-2、5、6 號窖清理作業；完成 015F 清理作業，及 015F 除役完成報告獲主管機關同意審查意見答覆說明，期末達成百分比為 97.5 %。</p> <p>【O2KR2】完成清理降低熱室 90 檯面上輻射劑量率 &lt;2 mSv/h，污染值 &lt;200 Bq/cm<sup>2</sup> 及 1 櫃 TRU 高活度廢棄物檢整封裝與移貯；除污處理 10 噸</p>
--	--	---

	<p>廣(2/4)</p> <p>O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(2/4)</p>	<p>除役廢金屬符合外釋限值；減容熔鑄處理 2 噸未符合外釋規定之廢金屬；完成全取樣地質鑽孔 2 孔、所區全域地下水溶質傳輸模型建立與補充土壤調查；完成 70 組 C1 容器及 4 組 C2 容器；1 組 C1 及 C2 容器共用屏蔽傳送箱與 8 組 C2 裝載用提籃製作及測試；推廣 C1 容器用於核二廠檢整計畫，目標為納入盛裝容器選項並獲採用，期末達成百分比為 97.5 %。</p> <p>【O2KR3】完成放射性無機廢液減容處理 100 公秉及小產源有機廢液處理累積達 1 公秉；完成可燃廢棄物焚化 9.6 公噸及可壓廢棄物處理 2.3 公噸；完成取得物管局核備「TRR 廢樹脂固化流程控制計畫書」；完成蓋格型與塑膠閃爍體型表面污染偵檢器反應曲線建立；廢金屬/輻異物整檢及處理累積重量達 10 噸；推廣粒狀廢樹脂安定化處理所需無機聚合技術及濕式氧化技術，協助核電廠處理粒狀廢樹脂安定化，期末達成百分比為 97.5 %。</p> <p>【O3KR1】已完成擬單能靶之建置、核醫製藥中心通過衛福部 PIC/S GMP 後續查廠、迴旋加速器目前妥善率為 91.36%(當機率為 8.64%)，期末達成百分比為 97.5 %。</p> <p>【O3KR2】已完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑化學、製造與監控文件 5 份，腦神經退化造影劑之標準品在三種不同濃度下可通過 PAMPA 濾膜；應用 AI 化學逆合成分析腦神經藥物前驅物擴量製程，目前已提昇總產率達到 20%以上，期末達成百分比為 100 %。</p> <p>【O3KR3】完成 CT 影像逆生成造影數據技術與影像解析度提升之 AI 深</p>
--	---	---

	<p>O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(2/4)</p>	<p>度學習模型開發與實作，以公開之胸腔 X 光數據驗證，能使 X 光影像解析度提升 4 倍由 256 提升至 1024 像素，應用於 X 光脊椎影像之兩者結構相似性 SSIM=0.93 達國際水準；完成 4 能階 PCD-CT 成像模擬器開發，以及數值假體設計與格式轉換程式開發，並代入標準擬人數值假體生成 4 個完全獨立能階之 PCD-CT 重建影像，完成 PCD-CT 模擬成像測試(2D 投影與 3D 重建影像幾何正確性驗證)，期末達成百分比為 100 %。</p> <p><b>【O4KR1】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成可移動式中子源系統的設計與雛型機的組裝，並且經多次反覆驗證，實驗的再現性相當良好，中子產率均大於 <math>1.0 \times 10^6</math> 個中子/脈衝以上，期末達成百分比為 100 %。</li> <li>2.參考 JESD89B 國際規範完成擬單能中子靶之設計，輻安報告於 8 月 15 日獲原能會同意續辦後，完成裝置架設與進行測試，在 12 月完成試運轉報告，期末達成百分比為 100 %。</li> <li>3.進行熱中子照相系統之遠端操控規劃及測試，建置完成中子照相設備一組，本年度已完成一件中子照相技服案，後續仍將積極對外推廣爭取客源，期末達成百分比為 100 %。</li> </ol> <p><b>【O4KR2】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.以電容脈衝式電弧電漿源鍍製 Pt 量子點，由原子力顯微鏡量測，量子點尺寸為 8nm，而電容儲存單元之電荷密度可達 <math>4.67 \times 10^{-2}</math> C/cm<sup>3</sup>，期末達成百分比為 100 %。</li> <li>2.完成量子效應之抗反射薄膜技術，四層堆疊異質薄膜在可見光波段之</li> </ol>
--	--	--

		<p>反射率為 0.44 % (符合業界規範需求 1 %)。完成石墨烯量子點異質結構之感測器製作，元件之量測光電流/暗電流比值達 3.41 倍，期末達成百分比為 100 %。</p> <p>3. 在 25 安培驅動電流條件下，達成波長 905±10 nm、輸出脈衝功率 115~120 瓦、短軸發散角度 5.5 度之紅外光多重量子井雷射，期末達成百分比為 100 %。</p> <p><b>【O4KR3】</b></p> <p>1. 完成足底施力測試踏墊開發，可整合於智能復健裝置，施力解析度為 1 kgf，期末達成百分比為 100 %。</p> <p>2. 完成藍芽資料傳輸系統開發，前述足底施力感測資料由 Arduino 控制板擷取，並採用藍牙技術與電腦進行通訊，擷取速率可達每秒 100 筆，達即時量測分析的需求，期末達成百分比為 100 %。</p> <p>3. 本年度完成智能復健裝置整合開發，並通過人體試驗倫理委員會審核完成場域測試共 118 小時有效數據蒐集及效能驗證，結果顯示本計畫光學式感應踏墊較市售電子式踏墊對足底施力可具有較佳之解析度與線性度，完成階段性研發目標，然申請醫療器材查驗登記一案受限國內目前沒有具備「O.1575 測力板」項目的合格製造廠商，目前已與國內醫材廠商簽訂 NDA 共同進行申請相關事項，醫材查驗及對應之產業推廣案將於 112 年度完成。期末達成百分比為 90%。</p>
112	O1 完成 BWR-6 機組長期停機期間風險燈號判定準則及安	<p><b>【O1KR1】</b></p> <p>研析與爐心安全有關之安全系統與設備之設計資料，完成冷卻水流失事故有關之靈敏度案例分析及核二廠</p>

	<p>全系統/設備放寬或移除最適化條件，完成能源基礎設施危害辨識，建立劑量分析技術，精進用過核子燃料貯存安全，促成技服簽約金 25,000 千元。 (3/4)</p>	<p>長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告，INER-17020R。進行 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則研究，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據，完成 BWR-6 機組電廠長期停機期間緊要安全系統之確認與電廠狀態燈號判定報告，NARI-17374。達成技服收入為 37,158 千元，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O1KR2】</b> 從量化風險評估角度，研析美國基礎設施韌性評估框架及評估方法，完成基礎設施天然災害危害辨識與篩濾分析方法論探討。由劑量管理面向，整合環境劑量評估與劑量轉換係數等技術，提出本土劑量傳輸安全評估建議，作為國內生物圈及環境劑量安全評估之技術基準。達成技服收入為 31,566 千元，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O1KR3】</b> 完成水下陣列式超音波檢測技術開發並建立本土自主高輻射區水下監測與檢驗技術團隊；完成未照射與照射後中子吸收材料劣化實驗；促成台○公司技術服務案「核二廠及核三廠用過核子燃料室內乾式貯存作業前燃料完整性評估與檢驗計畫」簽約，總經費 73,395 千元。參考國際室內乾貯廠房設計案例依據國內相關耐震規範建立廠房結構耐震分析技術；研析國際用過核子燃料池流固耦合分析方法，提升沸水式核電廠用過核子燃料池地震分析</p>
--	---	--

	<p>O2 完成 112 年 TRR 除役工作、除役廢棄物安定化及減容處理、測試燃料封裝系統建置。完成地下水復育與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線、減容比 10 以上模擬核種樹脂處理研究報告、1 公秉小產源廢液處理、2 桶廢油泥安定化技術評估、大型物件表面污染容許標準報告 1 份、10 噸污染金屬之處理與減量作業。 (3/4)</p> <p>O3 精進核醫製藥系統，降低加速器當機率小於 13%，完成原料藥主檔案 1 份、年度藥物技服 37,000 千元、服務 3.7</p>	<p>能力。達成技服收入為 8,595 千元，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O2KR1】</b> 完成 TRR 爐體拆解生物屏蔽體第一期拆解工程及完成 TRR 內部組件反應槽軸向切割機具製作；完成 DSP 清除之 250 m<sup>3</sup> 廢棄物偵檢分類及整檢；完成高活度廢棄物地下貯存庫 (015D)1、3、9 號窖清理及周遭環境除污、整理，期末達成百分比為 95%。</p> <p><b>【O2KR2】</b> 完成測試燃料封裝系統建置；完成修正後之含水層參數反饋全域模型，以及含水層材料之孔隙率與吸附性關係曲線 1 組；已完成 76 組 C1 容器、8 組 C2 容器及 6 組裝載用提籃之採購製作，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O2KR3】</b> 完成小產源廢液累積處理量達 1 公秉；完成 2 桶廢油泥分析，以及完成 TRR 廢油泥安定化方法評估報告 (NARI-OM-2859)；完成核電廠除役大型物件表面污染容許標準報告 1 份；完成 10 噸污染金屬之處理與減量作業，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O3KR1】</b> 加速器年度當機率目前為 4.37%；完成銻-67 原料藥主檔案 1 份；90,142 千元，累積服務人數為 7 萬 6 千餘人次；112 年 3 月 27 日雙功能中子源靶站與擬單能中子源靶站獲 AEC 核准運轉許可。同年 09 月 08 日獲 AEC 核准雙功能中子靶站試運轉許</p>
--	--	---

	<p>萬人次、中子源 SOP 3 份，及新藥臨床前試驗 2 件、CMC 20 份、自動合成盒技術 1 件，及應用 AI 提高 ECD 前驅物產率 10% 與標準品達 1 公克/批次，並利用 CT 影像重建 AI 模型與 4 能階 PCD-CT 演算法，使骨科影像相似性達 80% 與訊雜比 (SNR) 提升 20%，並完成小尺寸 PCD 開發驗證。 (3/4)</p>	<p>可，並經 AEC 派員查驗後於 09 月 18 日核准運轉執照，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O3KR2】</b> 完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑與動脈粥狀硬化造影劑 CMC 文件 26 份及經時安定性 48 小時 <math>\geq 90\%</math>；血清安定性 72 小時 <math>\geq 90\%</math>；毒性預試驗等新藥臨床前試驗 3 件。動脈粥狀硬化造影劑 APD 之毒性預試驗已於 10 月完成，結果顯示以人體劑量 1500 倍，仍未發現任何毒性；陽明交通大學委託計畫「運用人工智慧探討及預測動脈粥狀硬化之形成」已如期完成。以 ApoE<sup>-/-</sup>小鼠執行後續的健康食品效用驗證，已初步完成相關試驗，將據以申請國內專利；動脈粥狀硬化造影劑 APD 榮獲第二十屆國家新創獎-學研新創獎，並進一步獲選為 2023 InnoZone 創新技術特展 - 10 大亮點技術；神經退化診斷造影劑完成 <math>\alpha</math>-syn-4 之中間產物製備，純度 <math>&gt;95\%</math>。完成雙薄式釷-89 靶物質薄化 15% 研製，銦-89 標誌抗體之自動合成盒開標。應用 AI 製程，定期供應 S-Bz-MAG3，可生產每批次純度 90% 以上之 3 公克產物，期末達成百分比為 100%。</p> <p><b>【O3KR3】</b> (1) 完成 AI 深度學習之 3D-CT 重建模型訓練與驗證，以 U-Net 架構作為基準模型，可將多角度 2D 之 X 光投影數據，生成 3D-CT 影像，使重建影像之結構相似性指標 (SSIM) 達 85.4%。 (2) 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發，並以本院自行開發之 PCD-CT 成像模擬器與 PCD-CT 造影系統分別進行模擬與實驗數據成</p>
--	--	---

	<p>O4 完成移動式中子源、量子材料能帶結構組成及生物檢測晶片原型製作，促成產業共同投入平台整合技術研發，完成至少3項技術開發，並簽訂外委計畫3件，簽約金達300千元。(3/4)</p>	<p>像效能驗證。模擬與實驗數據重建影像解析度皆可大於512×512像素；與主流濾波反投影法(FBP)相比，模擬數據重建影像訊雜比(SNR)可提升41%以上，實驗數據重建影像SNR可提升37%以上。(3)完成2能階之線陣型PCD掃描離型系統，完成影像拼接程式開發，以2D金屬材質片進行掃描驗證，掃描結果與正確尺寸圖像之影像配準RMSE為0.075，結構相似度為90.57%，期末達成百分比為100%。</p> <p><b>【O4KR1】</b> 完成移動式中子源之DPF電力防護建置與低壓測試，低壓測試明顯抑制電壓脈衝波。年度達成百分比為100%。</p> <p><b>【O4KR2】</b> 1.在量子技術方面：(1)在矽晶片超薄氧化層SiO<sub>x</sub>上，以脈衝式電弧電漿源鍍Pt量子點，完成量子點電池元件製作，於200nA放電電流進行測試，放電電壓達1.6V，體積能量密度達203Wh/L。(2)成功以化學濺鍍的方式，採用多層鐵磁層-非磁性層的互層堆疊製備拓樸磁阻式感測器，磁阻比可達52%。(3)成功開發高密度InAs自組式量子點，量子點密度<math>\sim 2.7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}</math>、平均高度約4.5nm。傅立葉中遠紅外線光譜分析顯示InAs樣品可顯示出波長3.4微米的光學吸收響應躍遷，符合年度目標。年度達成百分比為100%。 2.簽訂外委計畫4件，簽約金36,095千元。</p> <p><b>【O4KR3】</b></p>
--	--	--

		<p>完成骨質疏鬆因子檢測晶片原型開發，透過檢測 CTx-1 分子濃度可推估骨質流失速度，本年度已完成初步效能驗證，結合多域排列叉指式電極與交流阻抗分析技術可辨識濃度達 1 ng/mL (正常尿液中濃度為 1.03±0.41ng/mL)。將研發成果之衍伸技術進行推廣，簽訂外委計畫 1 件，簽約金 150 千元。年度達成百分比為 100 %。</p>
113	<p>O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(4/4)</p> <p>O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(4/4)</p> <p>O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(4/4)</p> <p>O4 開發原子物理新穎科技，拓</p>	-

	展中子、量子 與衍生光電技 術之民生應 用，促成產業 共同投入關鍵 技術發展(4/4)	
--	--	--

備註：

#年度：請依計畫書期程撰寫，須填寫全程，第一年度請置於最上。單年計畫僅填寫該年度即可。

\*目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。

⊗達成情形請依目標簡要說明進展或重要成果，未來年度可填「-」。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

落後說明：

1. 於執行上熱屏蔽切割模擬測試時，發現水下切割作業場所之「濕式切割站水槽」發生滲漏情形。已針對可能發生滲漏處，進行全面性水槽補強作業，已於 112 年 11 月完成補強，注水 5 m 保持 1 週，確認無滲漏，影響原規劃時程約 4 個月。規劃 113 年 9 月反應槽吊出置放於水池後，第二期生物屏蔽體於 113 年下半年開始進行，同步作業，可符合原規劃工程進度。(子項二)

## 二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	計畫目標 (請填綱要計畫年度目標)	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
原子能系統工程 跨域整合發展計畫(第二期)(3/4) 註：本院一綱一細，本院綱要計畫即為細部計畫	206,385 (206,209)	徐 OO	國家原子能 科技研究院	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)的年度目標分別為： 1.開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(3/4)	1-1 確認沸水式反應器機組(BWR-6)電廠長期停機之緊要安全功能，研析彙整核二廠視察報告發現，如圖 1-1。探討 BWR-6 機組長期停機電廠運轉狀況，透過量化風險估方法重新檢視運轉中核能電廠績效指標門檻，建立 BWR-6 機組長期停機期間風險燈號判定規則，如圖 1-2。共建立長期停機績效指標門檻值，完成 BWR-6 電廠長期停機緊要安全系統之確認與電廠狀態燈號判定報告。 1-2 研析核二廠相關程序書，擬定與爐心安全有關之安全系統與設備清單，完成核二廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全

					<p>分析報告，INER-17020R。結果顯示，在停機半年的狀態下，最嚴重案例為假設僅一個 LPCI 注水可用，其最熱燃料之護套溫度仍低於 NUREG-1738 要求的 600°C，因此燃料完整性可維持，如圖 1-3。</p> <p>1-3 於風險評估量化技術與管理面，彙整美國關鍵基礎設施韌性評估框架，從「安全防護、風險管理和韌性管理」視野，探討能源基礎設施危害辨識。成果可貢獻於我國關鍵基礎設施管制機關制定風險與安全防護管制法規之技術參考，如圖 1-4。</p> <p>1-4 於劑量評估技術與管理面，透過環境劑量領域之技術討論會議(涵蓋福島事故/放射性食品等範圍)與研析國際文獻，以整合曝露轉換係數與發展劑量評估技術。成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議、以及生物圈與環境劑量安全評估之參考與技術基準，如圖 1-7。</p> <p>1-5 完成水下陣列式超音波檢測技術開發並建立本土自主高輻射區水下監測與檢驗技術團隊，如圖 1-8；完成</p>
--	--	--	--	--	--

					<p>未照射與照射後中子吸收材料劣化實驗，如圖 1-9；促成台○公司技術服務案「核二廠及核三廠用過核子燃料室內乾式貯存作業前燃料完整性評估與檢驗計畫」簽約，總經費 73,395 千元。</p> <p>1-6 參考國際室內乾貯廠房設計案例建置廠房結構，依據國內結構耐震分析法與規範進行結構耐震評估，如圖 1-10；研析國際用過核子燃料池流固耦合分析方法，精進沸水式核電廠用過燃料池地震分析技術，提供國內核電廠參考，如圖 1-11。</p>
				<p>2.所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(3/4)</p>	<p>2-1 完成 TRR 爐體拆解生物屏蔽體第一期拆解工程(圖 2-1)。</p> <p>2-2 完成 TRR 內部組件反應槽軸向切割機具製作(圖 2-2)。</p> <p>2-3 完成 DSP 清除之 250 m<sup>3</sup> 廢棄物偵檢分類及整檢(圖 2-3、圖 2-4)。</p> <p>2-4 完成高活度廢棄物地下貯存庫(015D)1、3、9 號窖清理。(圖 2-5 及圖 2-6)。</p> <p>2-5 完成 TRR UO<sub>2</sub> 測試棒封裝容器封裝與移送程序建立(圖 2-7)。</p>

				<p>2-6 完成修正後之含水層參數反饋全域模型，以及含水層材料之孔隙率與吸附性關係曲線 1 組。(圖 2-8、圖 2-9)</p> <p>2-7 完成驗收之 C1 容器、C2 容器與 C2 容器裝載用提籃。(圖 2-10、圖 2-11 與圖 2-12)</p> <p>2-8 小產源廢液累積處理量達 1 公秉與廢樹脂處理轉化程序。(圖 2-13、圖 2-14)</p> <p>2-9 完成 2 桶廢油泥分析、TRR 廢油泥安定化方法評估報告(NARI-OM-2859)，以及完成廢油泥模擬物初步安定化測試。(圖 2-15、圖 2-16)</p> <p>2-10 完成核電廠除役大型物件表面污染容許量標準彙整研析。(圖 2-17 與表 2-1)</p> <p>2-11 完成 015A 館除污間室外水槽修補及輸送抽水泵更換、完成 10 噸污染金屬處理除污。(圖 2-18、圖 2-19)</p>
			<p>3.精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像</p>	<p>3-1 扮演核醫藥物關鍵供應角色，112 年度 30MeV 迴旋加速器當機率降至 4.37%，創近 10 年新低；核醫藥</p>

				<p>與醫材關鍵技術(3/4)</p>	<p>物銷售金額達 90,142 千元，再創近 10 年新高，累積服務病患 7 萬 6 千餘人次。(圖 3-1)。</p> <p>3-2 中子照相及軟錯誤率檢測設備。完成熱中子照相平台建置，並可執行熱中子照相。完成快中子軟錯誤率測試平台，並測出靜態記憶體發生軟錯誤率。(圖 3-2)。</p> <p>3-3 冷卻水備援系統。新增擬單能中子靶冷卻水備援系統，預防照射服務時冷卻水系統失效導致照射失敗，該系統具有自動偵測冷卻水流量變化並自動切換的功能。(圖 3-3)。</p> <p>3-4 助攻太空產業鏈攜手產官學研組「台灣太空輻射環境驗測聯盟」，提供國內廠商電子零組件及元件之輻射驗證與測試需求，協助國內廠商改善抗輻射設計與製程。(圖 3-4)</p> <p>3-5 完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑 CMC 文件 10 份及經時安定性 48 小時<math>\geq</math>90%；血清安定性 72 小時<math>\geq</math>90%；藥物動力學試驗 24 小時之血液濃度<math>\leq</math>0.1%ID/g；毒性預試驗及報告 1 份 (圖 3-5)。</p>
--	--	--	--	---------------------	--

					<p>3-6 核研所應用 AI 化學逆合成改善原料藥製程(圖 3-6)。</p> <p>3-7 完成 CT 影像之逆生成技術建立，並蒐集開源 CT 影像，產生不同角度之投影數據，供 AI 模型訓練使用。完成基於 U-net 架構改良之 CT 影像重建 AI 模型程式設計、開發與驗證，能將多角度之二維投影數據產製三維胸腔脊椎 CT 影像，影像結構相似性指標 (SSIM) 達 85.4%。(圖 3-7、圖 3-8、圖 3-9)。</p> <p>3-8 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發，並以模擬與實驗數據進行效能驗證，與主流濾波反投影法(FBP)相比，模擬數據重建影像訊雜比(SNR)可提升 41%以上，實驗數據重建影像 SNR 可提升 37%以上。(圖 3-10、圖 3-11、圖 3-12)。</p> <p>3-9 完成 2 能階之線陣型 PCD 掃描雜型系統，完成影像拼接程式開發，以 8x6cm<sup>2</sup> 歪斜之 2D 金屬材質片進行掃描驗證，掃描結果與正確尺寸圖像之影像配準 RMSE 為 0.075，結構相似度為 90.57%。(圖 3-13、</p>
--	--	--	--	--	--

				<p>4.開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(3/4)</p>	<p>圖 3-14、圖 3-15)。</p> <p>4-1 中子源開發與應用：完成移動式中子源之 DPF 電壓脈衝防護。完成熱中子照相平台建置並可中子照相。完成快中子軟錯誤率測試平台並可量測靜態記憶體之軟錯誤率。(圖 4-1~圖 4-7)</p> <p>4-2 量子新興技術開發：完成拓樸磁阻式元件開發，磁阻比達 52%，可做為未來車載市場之應用，成功開發高密度 InAs 自組式量子點，量子點密度<math>\sim 2.7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}</math>、平均高度約 4.5 nm。傅立葉中遠紅外線光譜分析顯示 InAs 樣品可顯示出波長 3.4 微米的光學吸收響應躍遷，可作為後續開發中遠紅外線偵測器所需之關鍵感光層材料。(圖 4-8~圖 4-11)</p> <p>4-3 半導體生物檢測技術開發：發展骨質疏鬆因子檢測晶片，本年度完成：(1) 完成多域排列叉指式電極感測電路設計，模擬結果顯示訊號不易受待測分子方向與濃度所影響。(2)完成以骨代謝因子(CTX-1 分</p>
--	--	--	--	---	--

					<p>子)為模板分子之分子印刷高分子製作，可應用於感測晶片捕捉骨代謝因子並檢測其濃度以推斷人體骨質代謝速率。(3)利用黃光微影技術於矽基板上完成感測電路樣品實體製作，單一晶片 20mm x 10 mm，感測區域大小 3mm x 3mm。(4)以浸塗法將分子印刷高分子塗佈於電路表面完成檢測晶片原型製作，並以交流阻抗分析測試不同 CTx-1 分子濃度樣本，可辨識濃度達 1 ng/mL (正常尿液中濃度為 <math>1.03 \pm 0.41</math> ng/mL)，完成定性量測階段性目標。(圖 4-12~圖 4-20)</p>
--	--	--	--	--	---

### 三、細部計畫與執行摘要

本段落資料由系統自動帶入，部分項目請依執行進度更新，完整執行內容請以附件上傳方式提供。

細部計畫 1	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期) (3/4)	計畫性質	一般科技施政計畫
主持人	徐 OO	執行機關	國家原子能科技研究院
<b>計畫規劃內容</b>			
計畫目標 (請填綱要計畫年度目標)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成 BWR-6 機組長期停機期間風險燈號判定準則及安全系統/設備放寬或移除最適化條件，完成能源基礎設施危害辨識，建立劑量分析技術，精進用過核子燃料貯存安全，促成技服簽約金 25,000 千元。(3/4)</li> <li>2. 完成 112 年 TRR 除役工作、除役廢棄物安定化及減容處理、測試燃料封裝系統建置。完成地下水復育與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線、減容比 10 以上模擬核種樹脂處理研究報告、1 公秉小產源廢液處理、2 桶廢油泥安定化技術評估、大型物件表面污染容許標準報告 1 份、10 噸污染金屬之處理與減量作業。(3/4)</li> <li>3. 精進核醫製藥系統，降低加速器當機率小於 13%，完成原料藥主檔案 1 份、年度藥物技服 37,000 千元、服務 3.7 萬人次、中子源 SOP 3 份，及新藥臨床前試驗 2 件、CMC 20 份、自動合成盒技術 1 件，及應用 AI 提高 ECD 前驅物產率 10% 與標準品達 1 公克/批次，並利用 CT 影像重建 AI 模型與 4 能階 PCD-CT 演算法，使骨科影像相似性達 80% 與訊雜比(SNR)提升 20%，並完成小尺寸 PCD 開發驗證。(3/4)</li> <li>4. 完成移動式中子源、量子材料能帶結構組成及生物檢測晶片原型製作，促成產業共同投入平台整合技術研發，完成至少 3 項技術開發，並簽訂外委計畫 3 件，簽約金達 300 千元。(3/4)</li> </ol>		

<p>重點描述</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於風險評估技術面，彙整美國關鍵基礎設施韌性評估框架，從「安全防護、風險管理和韌性管理」整體視野，探討能源基礎設施危害辨識。研究成果可做為我國基礎設施管制機關於風險與安全防護管制法規之技術參考。於劑量評估技術面，透過環境劑量技術、福島事故與放射性食品之討論會議，並研析國際文獻之重要內容，整合曝露轉換係數與發展劑量評估技術。研究成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議、以及生物圈與環境劑量安全評估之技術基準。</li> <li>2. 依法執行台灣研究用反應器除役，爐體廢棄物拆解與燃料乾貯場清理，並對已有和清理作業中產生之低放射性廢棄物進行貯存管理，並減量處理，以降低對環境危害之風險。</li> <li>3. 精進與運維加速器、放射性原料藥生產與核醫製藥生產設備與設施之設備與設施，並進行人員教育訓練與傳承，穩定藥物供應，建立放射性銻-67 原料藥主檔案，完成雙功能與擬單能中子源靶站精進作業與技服工作；雙標靶腫瘤缺氧造影劑毒性預試驗、動脈粥狀硬化造影劑臨床前技術性文件，奠基腫瘤及心血管核醫藥物進入臨床試驗，神經退化診斷造影劑之前驅物及非放射性標準品合成製備與生物驗證；建立光子計數能階式放射成像技術與強化放射影像品質，提升 X 光骨質密度量測的準確性。</li> <li>4. 建立本土化高密度電漿聚焦中子源，完成熱中子照相及快中子軟錯誤率測試平台；加速量子技術轉化為創新商品；開發生物檢測晶片，準確檢測骨骼代謝指標濃度以發現骨質疏鬆。</li> </ol>
<p>預期成果</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BWR-6 機組長期停機期間風險燈號判定規則，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險化燈號判定依據。</li> <li>2. 針對風險管理面，彙整國際基礎設施韌性分析領域前沿技術、評估架構及方法，針對基礎設施韌性分析架構，導入天然災害篩濾分析方法，建立基礎設施定性危害篩濾分析方法論與技術。結合現有量化風險評估技術之優勢基礎，延伸至基礎設施，以系統化方式評估基礎設施之脆弱點，達到韌性提升及可靠度強化的目標。針對劑量管理面，建立提升輻射安全防護機制之分析技術，確保核設施除役/核子事故對於環境之劑量影響評估符合我國劑量相關法規之要求，透過環境劑量與劑量轉換係數之技術發展，建立相關劑量評估技術之技術基礎，協助國內輻防法規修訂。</li> <li>3. 完成生物屏蔽體第一期拆解工程及水下切割設備機具建置；完成燃料乾貯場(DSP)清除作業之廢棄物偵檢分類與整檢達 150m<sup>3</sup>；完成高活度廢棄物地下貯存庫(015D)1、3、9 號窖清理。</li> <li>4. 完成熱室測試燃料封裝系統建置、地下水復育與含水層材料孔隙率與吸附性之關係曲線、76 組 C1 及 8 組 C2 廢棄物盛裝容器批次建置及 6 組 C2 提籃製作。</li> <li>5. 完成 1 公秉小產源廢液處理、樹脂處理研究報告、2 桶廢油泥分析與安定化評估、大型物件表面污染容許標準報告 1 份、5 噸金屬廢棄物解除管制量測、015A 館除污間第二期設備建置及 10 噸污染金屬處理減量。</li> </ol>

	<p>6. 加速器當機率 <math>\leq 13\%</math>，維持藥廠 PIC/S GMP 認證，穩定藥物供應；完成本所產製之放射性原料藥鎵-67 原料藥主檔案(DMF)工作團隊與分工，以因應未來新藥開發時臨床試驗及查驗登記之法規文件需求；中子源靶體靶站完成雙功能與擬單能中子源靶站精進作業，完成龍頭半導體廠 100 萬之技服工作；年度技服收入可達 1 億元；完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑 CMC 文件 10 份及經時安定性 48 小時 <math>\geq 90\%</math>；血清安定性 72 小時 <math>\geq 90\%</math>；藥物動力學試驗 24 小時之血液濃度 <math>\leq 0.1\%ID/g</math>；毒性預試驗及報告 1 份，及完成動脈粥狀硬化造影劑 CMC 相關文件 16 份；完成超解析 CT 影像逆生成造影數據技術，以及 CT 影像重建之 AI 深度學習模型，使骨科 CT 影像之結構相似性指標(SSIM)達 85.4%；完成 4 能階 PCD-CT 影像重建演算法開發，重建影像解析度大於 512 像素，骨質重建影像訊雜比(SNR)提升 37%，並完成 2 能階線型 PCD 開發與驗證。(子項三)</p> <p>7. 擴展迴旋加速器於快中子軟錯誤率及熱中子照相測試領域服務，提供太空及電子產業中子照射平台，以利相關產業照射測試產業需求。(子項四)</p> <p>8. 完成儲能電池、磁阻傳感感測元件及雷射二極體等 3 項相關產品開發，並簽訂技服或技轉 2 案，簽約金達 200 千元，拓展量子科技之應用領域，提昇產業競爭力。(子項四)</p> <p>9. 開發半導體骨骼代謝指標偵測技術，提供快速檢測骨質代謝速率之方法，促進國人健康。(子項四)</p>	
<b>計畫投入</b>		
<b>預算數(千元) ／決算數(千元) ／執行率</b>	206,385 (千元)/ 206,209 (千元)/ 99.91 %	
<b>其他資源投入</b>	無	
<b>主要工作項目</b>	<b>本年度重要成果</b>	<b>主要成果使用者/服務對象/合作對象</b>
1.核電終期營運安全與用過核子燃料貯存技術發展	<p>1. 關於劑量分析技術，藉由相關技術討論會議之進行及交換計畫團隊工作成員之執行進度，研析參考人劑量分析技術及福島事故放射性食品造成之體內劑量評估案例，並蒐集國際電廠環境劑量文獻，發展體外曝露劑量評估技術。(第一季)</p> <p>2. 將核能電廠功率運轉之廠內水災評估技術應用在評估廠內水災風險，並以 BWR-4 機組為案例進行風險評估。(第二季)</p> <p>3. 藉由福島事故假設案例/放射性食品/環境劑量評估等技術討論，完成「福島事</p>	<p>1. 核安會</p> <p>2. 核安會/台電公司</p> <p>3. 國家原子能科技研究院</p>

	<p>故生物圈及放射性食品造成之體內劑量評估」研究報告，INER-17006，涵蓋事故後重建民眾劑量的重要參數，如環境取樣項目與輻射偵測與分析數據等，可為國內體內劑量評估技術及核子事故緊急應變民眾防護措施之準則規劃參考。(第二季)</p> <p>4. 彙整美國關鍵基礎設施韌性評估框架，涵蓋核心階段：準備、改善、快速復原、觀察學習與改進；此韌性評估框架與步驟可供我國關鍵基礎設施管制機關於制定風險管理法規時之參考。(第二季)</p> <p>5. 完成以混合法評估核電廠設備地震易損性曲線技術手冊，本技術依據美國電力研究所導則建立，建立本所地震易損性曲線評估能力，可供執行相關計畫時評估地震易損性曲線標準作業流程之參考。(第三季)</p> <p>6. 第二季所建立的核二廠熱流分析模式，針對緊急爐心冷卻系統的可用性進行分析矩陣，完成核二廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告，INER-17020R。結果顯示，最嚴重案例為假設僅一個 LPCI 注水可用，其最熱燃料之護套溫度仍低於法規要求的 600°C。</p> <p>7. 以核二廠 BWR-6 機組為例，研析除役技術規範，並確認長期停機下在模式 4 仍須受到除役技術規範管制之系統與不須受管制之電廠系統，並完成 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據。</p> <p>8. 針對風險管理面，聚焦於基礎設施韌性分析架構與天然災害篩濾分析方法，研析國際相關研究文獻，並彙整其中與計畫相關之重要內容，做為基礎設施定性危害篩濾分析技術之基礎。針對劑量管理面，針對參考人劑量分析技術及福島事故放射性食品造成之體內劑量評估案例及國際電廠環境劑量文獻之蒐集，研析並進行技術討論會議，發展發展體內外曝露劑量評估技術。</p> <p>9. 針對風險管理面，彙整國際關鍵基礎設施韌性評估框架與其核心步驟，評估量化風險評估方法應用於基礎設施韌性分析架構之適用性，導入天然災害篩濾分析方法，建立基礎設施定性危害篩濾分析技術。針對劑量管理面，進行福島事故/放射性食品等領域計 4 場技術會議，研析國際環境劑量文獻，整合</p>	<p>4. 行政院國土安全辦公室</p> <p>5. 台電公司</p> <p>6. 核安會/台電公司</p> <p>7. 核安會/台電公司</p> <p>8. 核安會/台電公司/台灣中油/行政院國土安全辦公室</p> <p>9. 核安會/台電公司/台灣中油/行政院國土安全辦公室</p>
--	--	---

	<p>曝露轉換係數與體內劑量評估技術，探討福島事故放射性食品體內劑量與生物圈劑量評估案例，彙整評估成果為研究報告，開發適用於核能電廠除役階段之放射性廢氣及廢水排放民眾劑量評估程式。</p> <p>10. 針對風險管理面，研析美國與國際基礎設施韌性評估框架文獻，完成「基礎設施韌性分析方法論之探討」研究報告，INER-17169。可為我國關鍵基礎設施管制機關於制定法規時之參考基礎。完成能源基礎設施地震前端樹分析程式之使用手冊報告，NARI-OM-2861R。可供我國基礎設施廠外事件危害評估之參考。發展隨機取樣基本事件值之方法，量化能源基礎設施危害事件，獲得具有統計意義之風險指標資訊。針對劑量管理面，整合體外曝露劑量評估技術含轉換係數，研究成果可貢獻於核子事故後劑量評估方法與模式之參考；完成我國游離輻射防護安全標準之修訂建議方案，可配合輻射防法規修訂並做為參考基準。</p> <p>11. 針對風險管理面，整合「安全防護、風險管理和韌性管理」及減輕潛在危害之影響，針對風險管理面向，於基礎設施、韌性分析架構及評估方法之成果為基礎，以「基礎設施韌性分析方法論之探討-以美國基礎設施韌性規劃框架為例」為主題，完成基礎設施天然災害篩濾分析領域之研究報告；相關成果可延伸應用於基礎設施，以系統化方式評估基礎設施之脆弱點，達到韌性提升及可靠度強化的目標。針對劑量管理面，為精進我國輻射防護與環境安全評估技術，以及生物圈及環境劑量評估之延伸應用，於劑量管理面向，以「台灣孕婦假體應用於核醫科懷孕工作人員之胎兒劑量評估 (Assessment of fetal dose and occupational exposure for pregnant workers in nuclear medicine using the Taiwanese pregnancy phantom)」為題，完成劑量轉換係數 SCI 論文 1 篇。本研究可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議，及國內環境劑量安全評估之參考與技術基準。</p> <p>12. 完成台電委託計畫「核二廠及核三廠用過核子燃料室內乾式貯存作業前燃料完整性評估與檢驗計畫」簽約，總經費 73,395 千元。</p> <p>13. 完成「非破壞檢測過程自動化案例研析」，INER-OM-2839、「相位陣列式超音波視察導則」，NARI-0002、「核一廠中期乾式貯存廠房之耐震(風)能力初步評</p>	<p>10. 核安會/台電公司/台灣中油/行政院國土安全辦公室</p> <p>11. 核安會/台電公司/台灣中油/行政院國土安全辦公室</p> <p>12. 核安會/台電公司</p> <p>13. 核安會/台電公司</p>
--	---	---

	估—以日本奧陸市中期乾式貯存廠房為例」，INER-17172 及「核一廠用過燃料池流固耦合地震分析」報告，NARI-17281。	
2.核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 精進混凝土塊乾式切割技術及工法，提升鑽孔及切割速率，應用於 TRR 生物屏蔽體第一期拆解工程，使用鑽石鏈鋸切割，已吊運 16 塊混凝土塊(共 46 塊)，符合規劃進度。(第一季)</li> <li>2. DSP 清理所產生廢棄物，使用研發建置的量測及管理系統，配合清理工程執行廢棄物偵檢及分類，解決因廢棄物無法適時處理而影響工程進度問題，DSP 清理工程總計需移除 175 支貯存孔，已於 3 月 21 日完成全數。(第一季)</li> <li>3. 配合 TRR 爐體拆解所需放射性廢棄物盛裝容器規劃，112 年 1 月 10 日完成 76 組 C1 容器採購案訂約，購案金額為 950 萬元，合約之履約期限為 8 月 8 日。112 年 2 月 1 日完成 8 組 C2 容器及 6 組提籃採購案決標，決標金額為 1,585 萬元，合約之履約期限為 8 月 22 日。(第一季)</li> <li>4. 建立小產源有機廢液處理技術，年度已完成 0.25 公秉小產源有機廢液處理，其總有機碳濃度低於液體場接收標準(&lt;100ppm)。(第一季)</li> <li>5. 完成 TRR 爐體之生物屏蔽體第一期拆解工程，建立混凝土塊乾式切割技術及工法，並於第一期工程中驗證，其技術及經驗可用於後續生物屏蔽體第二期及第三期拆解工程，確保生物屏蔽體拆解可順利執行並符合時程規劃進。(第二季)</li> <li>6. TRR 爐體之上熱屏蔽組件吊運及切割為 TRR 爐體拆解關鍵里程碑，所需遙控吊運及水下切割技術與機具均自行研發，為確保作業能安全順利完成，本季規劃實體模擬測試，藉由測試驗證調整作業程序及機具設備。(第二季)</li> <li>7. 首次以天然礫石層材料作為試驗標的，規劃吸附試驗用以律定含水層之吸附特性，並已完成含水層吸附設備之組裝，成果可用以評估地下水溶質的傳播速率，配合已完成之地下水數值模擬技術，可提升本所於實場地下水模流與溶質傳輸評估技術之社會信賴度。(第二季)</li> <li>8. TRR 爐體拆解，完成生物屏蔽體第一期拆解工程，建立混凝土塊乾式切割工法及技術，培育國內廠商工程技術及能力，有助於後續生物屏蔽體第二期及第三期拆解工程執行。(第三季)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國家原子能科技研究院</li> <li>2. 國家原子能科技研究院</li> <li>3. 國家原子能科技研究院</li> <li>4. 國家原子能科技研究院</li> <li>5. 國家原子能科技研究院</li> <li>6. 國家原子能科技研究院</li> <li>7. 國家原子能科技研究院</li> <li>8. 國家原子能科技研究院</li> </ol>

	<p>9. 配合 TRR 除役所需放射性廢棄物盛裝容器規劃，完成 76 組 C1 容器、8 組 C2 容器及 6 組提籃採購製作，期間藉由品保程序及品質查證等作為，確保製作時程及容器品質符合採購目標。(第三季)</p> <p>10. 廠址水文地質復育技術開發，已建置材料孔隙率與吸附設備，並測試完成，且順利運行。此成果未來可用以律定不特定場址之含水層吸附特性，達成顧客需求及改善設計之需要，拓展技服對象。(第三季)</p> <p>11. 除役廢棄物活度量測校正技術開發，經由國際表面污染容許標準規範彙整、比較及研析，完成除役大型物件表面污染容許量標準研究報告。(第三季)</p> <p>12. 應用乾式鑽石鏈鋸切割技術，完成 074 館 TRR 爐體之生物屏蔽體第一期拆解工程，完成反應槽軸向切割機具製作。(第四季)</p> <p>13. 完成 DSP 清除之 250 m<sup>3</sup> 廢棄物偵檢分類及整檢。(第四季)</p> <p>14. 完成高活度廢棄物地下貯存庫(015D)1、3、9 號窖清理及周遭環境除污、整理。(第四季)</p> <p>15. 完成 TRR 廢油泥安定化方法評估報告(NARI-OM-2859)。(第四季)</p> <p>16. 完成核電廠除役大型物件表面污染容許量標準研究報告 1 份。(第四季)</p>	<p>9. 國家原子能科技研究院</p> <p>10. 國家原子能科技研究院</p> <p>11. 國家原子能科技研究院</p> <p>12. 國家原子能科技研究院</p> <p>13. 國家原子能科技研究院</p> <p>14. 國家原子能科技研究院</p> <p>15. 國家原子能科技研究院</p> <p>16. 國家原子能科技研究院</p>
<p>3.生醫科技輻射應用研究</p>	<p>1. 雙功能中子源靶站與擬單能中子源靶站 112 年 03 月獲 AEC 核准運轉許可，加速器年度當機率為 0.59% (小於 13%)；年度技服累積收入 1,282 萬元，累積服務人數為約 9,400 人次(統計至 112 年 3 月 26 日為止)。(第一季)</p> <p>2. 完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑 (銻-111-DOTA-AAZ-CA9) 3 份 CMC 文件與經時安定性試驗 (48 小時安定性<math>\geq</math>90%)。(第一季)</p> <p>3. 撰寫三維 CT 逆生成演算法，完成 360 度 2D 投影生成影像的功能雛形。透過肺部影像資料庫聯盟影像(The Lung Image Database Consortium image collection, LIDC-IDRI)之三維 CT 開源數據集影像進行二維投影功能的驗證與調整。完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法架構設計，考量影像重建時間與雜訊抑制能力，以同步迭代重建技術(SIRT)架構為基礎進行 PCD-CT 影像重建演算法設計與開發，完成演算法與初步測試結果。(第一季)</p> <p>4. 完成 16*1 CZT 感測器光子特性測試，在管電壓 80kV 下，確認管電流與 PCD</p>	<p>1. 醫療院所、國原院、半導體產業、太空產業、材料產業</p> <p>2. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>3. 醫療院所/病患</p> <p>4. 國原院/放射成像技術開發學</p>

	<p>輸出訊號強度呈線性關係(相關係數為 0.99997)；完成 MCU 韌體驅動功能測試，將 MCU 模組與 PC 計數成像介面韌體驅動功能連結測試，並以測試數據完成 PCD 資料傳輸與顯示正確性驗證。(第一季)</p> <p>5. 第二季，加速器年度當機率目前為 1.67%(小於 13%)；完成鎩-67 原料藥主檔案完成至第四章；年度技服累積收入 45,07 萬元，累積服務人數為 27,039 人次(統計至 112 年 6 月 16 日為止)。(第二季)</p> <p>6. 完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑 (銻-111-DOTA-AAZ-CA9)3 份 CMC 文件及血清安定性試驗 (72 小時安定性<math>\geq</math>90%)。(第二季)</p> <p>7. 完成影像逆生成與 AI 影像重建模型設計與程式撰寫，採用 U-net 架構的深度學習 CT 影像重建 AI 模型程式撰寫，能將二維投影數據產製三維 CT 影像。完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發與幾何參數建立，包含造影系統幾何、待測物與影像偵檢器端參數等共計 15 項參數。重建影像無幾何錯位假影，驗證影像重建參數正確，後續將優化迭代次數等參數，以獲得更佳影像品質。(第二季)</p> <p>8. 完成 PCD 影像前處理校正技術開發，測試結果顯示校正後 PCD 影像均勻度偏移量皆小於 3.9%，符合 IAEA 對於 X 光影像品質標準(均勻度<math>\leq</math>10%)。放射成像相關成果完成 1 篇 SCI 期刊接受刊登、1 件中華民國發明專利申請(TW112113906)、2 篇研究報告與 1 件技服案金額 80 仟元。(第二季)</p> <p>9. 提供核醫藥物服務國人，統計 112 年 1 月 1 日至 112 年 9 月 24 日技服收入約為 64,500 千元；112 年鈾-201 國內市場年度佔比預估為 44%。(第三季)</p> <p>10. 已完成雙功能中子靶站建置工作，包括中子靶體、緩速器、反射體、熱中子準直器的硬體設施建立。3/27 原能會派員視察雙功能中子源靶站，稽查過程順利，無應改善事項，原能會已於 112 年 3 月 31 日核定靶站試運轉許可，112 年 09 月 8 日原能會派員進行雙功能中子靶站運轉發照前測試，測試過程順利並於 09 月 18 日核准運轉執照。(第三季)</p>	<p>研單位/高階放射成像醫材製造商/工業非破壞性檢測設備製造商/安檢設備製造商/X 光關鍵零組件製造商</p> <p>5. 醫療院所、國原院、半導體產業、太空產業、材料產業</p> <p>6. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>7. 醫療院所/病患</p> <p>8. 國原院/放射成像技術開發學研單位/高階放射成像醫材製造商/工業非破壞性檢測設備製造商/安檢設備製造商/X 光關鍵零組件製造商</p> <p>9. 醫療院所、國原院、半導體產業、太空產業、材料產業</p> <p>10. 國原院、半導體產業、太空產業、材料產業</p>
--	--	--

<p>11. 完成腫瘤缺氧造影劑鈾-111-DOTA-AAZ-CA9 於大小鼠體內，24 小時之血液濃度 <math>\leq 0.1\%ID/g</math>，完成動脈粥狀硬化診斷造影劑藥物毒性預試驗並取得報告 1 份，及 CMC 文件 12 份。(第三季)</p> <p>12. 完成前驅物 <math>\alpha</math>-syn-4 製備，並進行體表外(Ex Vivo Ki Kd)試驗與體表外(PAMPA BBB-096)滲透率臨床前試驗 2 件；完成釷-89 靶物質薄化 20%研製，圓形釷-89 靶物質薄化研製結果顯示，薄化厚度可較方形靶物質快速達到低於 400<math>\mu</math>m 的程度；變更靶物質之設計調整靶物質之尺寸，達到加速薄化靶物質的效果；設計與評估釷-89 靶物質薄化後降能單元於液體靶之安裝方式，方形降能靶片較為可行；將薄化後結果與 iThemba 和 Atomki 所共同報導的蝙蝠俠方程式比較，計算結果顯示，當方程式之 8 個係數均為 1 時，在 1000 小時的前十分之一時間，薄化率約為薄化時間的十倍，薄化率與時間的關係呈現類似釷-89 靶物質薄化時的狀態，均屬先快後慢的趨勢。完成鉛-89 標誌抗體之自動合成盒開標。(第三季)</p> <p>13. 完成 CT 影像逆生成造影數據技術，採用公開資料集的 3D CT 影像投影成解析度為 256<math>\times</math>256 像素之不同角度 X 光影像，並以超解析度技術將其影像解析度提升至 1024<math>\times</math>1024 像素品質，作為改良 U-Net 架構影像重建模型的訓練數據，以進行 3D CT 影像重建的訓練與驗證。(第三季)</p> <p>14. 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發與參數最佳化，並以擬人腰椎數值假體進行模擬成像效能驗證，影像解析度可達 512<math>\times</math>512 像素。完成 PCD 可容忍計數率量測技術建立(量測方法、環境與造影參數設置與數據分析流程)，並以商用已知計數率規格之 PCD 完成量測技術驗證，量測與原廠數值在同一級距內，驗證量測技術可信度。(第三季)</p> <p>15. 成 2 能階 PCD 機台之顯示軟體與控制介面開發，並進行待測物高低能階(40 與 20keV)之成像掃描測試，2 能階 Raw data 數據傳輸正確性驗證。(第三季)</p> <p>16. 加速器年度機率目前為 4.37%(小於 13%)；完成鎩-67 原料藥主檔案 1 份；年</p>	<p>11. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>12. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>13. 醫療院所/病患</p> <p>14. 醫療院所/病患</p> <p>15. 國原院/放射成像技術開發學研單位/高階放射成像醫材製造商/工業非破壞性檢測設備製造商/安檢設備製造商/X 光關鍵零組件製造商</p> <p>16. 學術研發單位、醫療院所</p>
--	--

	<p>度技服累積收入 90,142 千元，累積服務人數為 7 萬 6 千餘人次(統計至 112 年 12 月 31 日為止)。(第四季)</p> <p>17. 完成腫瘤缺氧造影劑與動脈粥狀硬化造影劑之 CMC 文件共計 21 份及動物毒性預試驗報告 2 份。(第四季)</p> <p>18. 完成鈹-89 薄式靶物質薄化上下左右與中間均達到 30%目標。參考原固體靶站以 7 度角照射雙薄式鈹-89 靶生成銻-89 的活度比例結果，液體靶 90 度角照射雙薄式鈹-89 靶之第一片靶物質降能至 12 MeV，經 SRIM 計算所需之質子能量為 16.5 MeV，相較於薄化後的 15 MeV，需增加 1.5 MeV；以薄化後之靶物質在 90 度角降能照射，可以採最低 15MeV 能量，以減少長半衰期核種與熱量之生成。(第四季)</p> <p>19. 完成 3D-CT 重建模型建立，該 3D CT 成像技術可將多角度 2D 數據投射至潛變空間(Latent Space)，據此生成 3D-CT 影像，使胸腔脊椎重建影像之結構相似性指標(SSIM)達 85.4%。(第四季)</p> <p>20. 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法模擬與實驗數據效能驗證，與主流濾波反投影法(FBP)相比，模擬數據重建影像訊雜比(SNR)可提升 41%以上，實驗數據重建影像 SNR 可提升 37%以上。(第四季)</p> <p>21. 完成 2 能階之線陣型 PCD 掃描離型系統，完成影像拼接程式開發，以 2D 金屬材質片進行掃描驗證，掃描結果與正確尺寸圖像之影像配準 RMSE 為 0.075，結構相似度為 90.57%。(第四季)</p>	<p>17. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>18. 學術研發單位、醫療院所</p> <p>19. 醫療院所/病患</p> <p>20. 醫療院所/病患</p> <p>21. 國原院/放射成像技術開發學研單位/高階放射成像醫材製造商/工業非破壞性檢測設備製造商/安檢設備製造商/X 光關鍵零組件製造商</p>
<p>4.原子物理新穎技術開發與應用</p>	<p>1. 中子源開發與應用：</p> <p>(1)完成 DPF 電力防護系統之初步設計，已正在製作光纖隔離系統之光電轉換器與設計 AC 行動電源之金屬屏蔽與 DPF 金屬腔體中。(如圖 4-1~圖 4-2)(第 1 季)</p> <p>(2)完成中子軟軟錯誤率測試系統之自動分析邏輯設計、詢價與提案採購，購案於 2 月 23 日決標，預定日 5 月 31 日完成。(第 1 季)</p> <p>(3)雙功能中子靶及中子設備的試運轉計畫書於 1 月 19 日送原能會審查及 2</p>	<p>1. 半導體、太空及國安產業。</p>

	<p>月 14 日完成審查意見回復，3 月 27 日原能會至本所進行試運轉前現場稽核，若通過後即會核發試運轉許可，接著預計 3 個月內完成試運轉測試。(第 1 季)</p> <p>(4)完成解析度字卡採購及進行熱中子照相測試準備，經測試，使用微距鏡頭在光學條件下，解析度可提升至 50<math>\mu</math>m 以下，並完成「中子照相設備安裝及測試」研究報告 1 篇。(第 1 季)</p> <p>(5)進行 DPF 電力防護系統之製作，其中光電轉換器已初步完成並進行手動測試。至於可移動式 DPF 真空控制系統之設計，其真空管件與真空控制平台之架構皆已完成，目前正在設計並整合流質流量控制器(MFC)與 MFC 的控制模組於此系統中。(第 2 季)</p> <p>(6)完成可用於靜態記憶體軟錯誤率檢測之軟錯誤率自動分析儀之開發，測試 SRAM 的寫入讀取功能正常，完成本所首套快中子軟錯誤率測試平台之建置。(如圖 4-3~圖 4-4)(第 2 季)</p> <p>(7)完成中子照相自動取像軟體建置及樣品照相機構整合於一控制電腦內，並配合雙功能靶熱中子源試運轉完成測試，刻正辦理試運轉測試報告以申請設備許可証行政事宜。(如圖 4-5~圖 4-6)(第 2 季)</p> <p>(8)完成 DPF 電力防護之建置與低壓測試，低壓測試明顯抑制電壓脈衝波。(如圖 4-7)(第 4 季)</p> <p>(9) 完成完成熱中子照相平台建置，解析度可達 0.5 mm，並完成「中子照相設備安裝及測試」研究報告 1 份。(第 4 季)</p> <p>(10)完成快中子軟錯誤率測試平台，可量測靜態記憶體之軟錯誤率，相關成果撰寫成操作程序書籍研究報告各 1 份。(第 4 季)</p> <p>2. 量子新興技術開發：</p> <p>(1)完成 III-V 族超晶格之組成薄膜磊晶參數優化，其中 GaAs 能障層之薄膜成長速率為 1.86 Å/sec；GaAs 厚度 0.2 微米時薄膜表面粗糙度為 0.67 nm，可作為後續 III-V 族量子點之超晶格結構磊晶關鍵數據。並完成量子材料關鍵製程推廣，簽訂「特殊銻鎳合金/二硫化鉬製備」技術服務案 1 件。(第 1 季)</p>	<p>2. 量子技術、感測、儲能及光電相關產業。</p>
--	---	------------------------------

	<p>(2)完成磁性元件設計，其結構為 Pt(3nm)/Co(0.8nm)/Pt(3nm)/MgO(5nm)/W(1nm)，經二倍頻諧波霍爾量測下，當驅動電流為 <math>J=\pm 15\text{mA}</math> 時，可達到最大磁場強度為 <math>1.5\text{KOe}</math> (<math>1\text{Oe}=1</math> 高斯)，得到自旋轉換成電子效率約為 24%(計畫查核值為 20%以上)，具有良好的轉換特性。並相關研發成果技術推廣，完成簽訂「膠固態電解質應用於無陽極極片組裝」技術服務案 1 件。(第 2 季)</p> <p>(3)以 4.03nm 白金量子點之儲能元件，進行電性測試，元件於 3V 充電電壓下，經 60sec 充電其電荷密度為 <math>3.5\times 10^{-1}\text{C}/\text{cm}^3</math>，達成第三季目標(電荷密度值達 <math>3\times 10^{-2}\text{C}/\text{cm}^3</math>)。完成 InAs 自組式量子點之 MOCVD 磊晶技術開發，其中 InAs 量子點層磊晶參數為溫度 <math>485^\circ\text{C}</math>、V/III 流量比 40，原子力顯微鏡之 InAs 量子點密度 <math>\sim 2.7\times 10^{10}\text{cm}^{-2}</math>、平均高度約 4.5 nm (如圖 4-8 所示)。(第 3 季)</p> <p>(4)研發量子點儲能元件，測試結果為放電電壓達 1.6V，體積電容量密度可達 203 Wh/L(如圖 4-9 所示)。完成週期數 5 對及 10 對 InAs 自組式量子點超晶格結構製作，其中 InAs 量子點密度 <math>\sim 2.7\times 10^{10}\text{cm}^{-2}</math>、平均高度約 4.5 nm；InAs 量子點之包覆層為 GaAs 薄膜，厚度約 50nm。穿透式電子顯微鏡可觀察到 InAs/GaAs 量子點週期性結構(如圖 4-10 所示)。傅立葉中遠紅外線光譜儀分析顯示，InAs 樣品可以觀測到波長 3.4 微米的光學吸收響應躍遷(如圖 4-11 所示)。(第 4 季)</p> <p>(5)112 年簽訂外委計畫 4 件，簽約金 36,095 千元。</p> <p>3. 半導體生物檢測技術開發：</p> <p>(1)完成多域排列叉指式電極感測電路設計，於任意感測區域中皆有多向且等量的分段電極，訊號不易受待測分子方向所影響，且於低分子濃度下具備優異之訊號穩定性。(如圖 4-12~圖 4-14)(第 1 季)</p> <p>(2)完成以 CTx-1 分子為模板分子之分子印刷高分子製作。將 CTx-1(模板分子)溶於乙腈中以超音波震盪加速混合，待均勻再加入甲基丙烯酸(功能性單體)、偶氮二異丁腈(起始劑)、乙二醇二甲基丙烯酸酯(交連劑)，通入氮氣</p>	<p>3. 醫院骨科或復健科、生醫器材業者。</p>
--	--	----------------------------

	<p>並加熱反應 20 小時完成聚合；接續溶液離心取出聚合物，加入甲醇/醋酸混合液以索氏萃取法加熱 24 小時去除模板分子，風乾完成分子印刷高分子製作。(如圖 4-15~圖 4-16)(第 2 季)</p> <p>(3)完成感測電路對 CTx-1 分子量測之定性驗證。將空白樣本及濃度 2.546 ng/ml 之 CTx-1 分子標準試劑以定量滴管滴於感測電路之感測區，利用阻抗分析儀測量交流阻抗，可定性分析樣本中有無 CTx-1 分子存在。(如圖 4-17)(第 2 季)</p> <p>(4)利用丙酮及壓克力膠(氰基丙烯酸酯)混合作為黏著劑，加入已聚合之分子印刷高分子粉末震盪攪拌，再以浸塗法塗布於感測電路晶片表面，完成半導體與生物介面接合，並進行電化學交流阻抗 3 重複測試，可定性確認濃度 10 ng/mL 之 CTx-1 分子溶液。(如圖 4-18~4-19)(第 3 季)</p> <p>(5)以步進馬達提升浸塗法拉升穩定性，並將交流阻抗量測電壓提升至 1.5V，於頻率 398.11 Hz 下量測不同濃度骨鬆因子(CTx-1 分子)溶液對應之阻抗大小，晶片最佳可辨識濃度達 1 ng/mL(正常尿液中濃度為 1.03±0.41ng/mL)。(如圖 4-20)(第 4 季)</p>	
--	---	--

### 本年度效益、影響、重大突破

- 1-1.完成 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據，可供管制單位對於同型式電廠之長期停機風險管制之參考。
- 1-2.關於風險評估技術面，從「安全防護、風險管理和韌性管理」之整體視野研析美國關鍵基礎設施韌性評估框架，建立能源基礎設施危害辨識與篩濾分析方法；研究成果可貢獻於我國基礎設施管制機關於風險管理與安全防護管制法規之技術基準。關於劑量評估技術面，透過環境劑量、福島事故與放射性食品之技術討論會議，研析與彙整國際文獻重要內容，整合曝露轉換係數與發展劑量評估技術；研究成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議、以及生物圈與環境劑量安全評估之技術基準。
- 1-3.參考國際室內乾貯廠房設計案例，依據國內結構耐震規範建立廠房結構耐震分析技術，研析國際用過核子燃料池流固耦合分析方法，精進核電廠用過燃料池地震分析技術。
- 2-1.應用乾式鑽石鏈鋸切割技術完成 074 館 TRR 爐體之生物屏蔽體第一期拆解工程，共 46 塊混凝土塊，混凝土塊已完成劑量率量測

符合環境背景值，移置南貯場暫存。完成反應槽軸向切割機具製作，至目前已成功開發水下帶鋸機、水下圓盤鋸、整合工作平台及附屬設備等，完備水下切割所需機具設備。燃料乾貯場清理，共挖掘出 175 支貯存孔鋼管，其中 145 支歸類於低劑量貯存孔鋼管，已於年度內完成切割整檢，剩餘 30 支歸類於高劑量貯存孔鋼管，已研發切割工法及建立作業程序，完成切割作業前準備工作，規劃於 113 年完成。

2-2.熱室內尚存 TRR UO<sub>2</sub> 測試棒，建置 TRR UO<sub>2</sub> 測試棒封裝容器與建立封裝、移送程序，完成作業前規劃及準備，規劃於 113 年封裝並移送至院內貯存設施集中保管，達成熱室清理重要里程碑。

2-3.改善原濕式氧化暨高效率固化系統(WOHESS)之處理程序，其中改良後的氨氣處理觸媒，較原先的觸媒有以下優點:(1)不產生氨氣產物、(2)降解過程較低溫、(3)不被水氣影響與轉化效率高。

3-1.加速器當機率  $\leq 13\%$ ，維持藥廠 PIC/S GMP 認證，穩定藥物供應；完成龍頭半導體廠之技服工作；年度技服收入預計可達 90,142 千元。影響：在國外輸入不足造成缺藥期間(如國外迴旋加速器故障、108 年華航罷工、109/2 月迄今新冠肺炎疫情)，扮演關鍵供應角色，提供鉈-201 予國內病患心臟造影使用，確保國人用藥需求不中斷，造福國人健康福祉。新增擬單能中子靶冷卻水備援系統，預防照射服務時冷卻水系統失效導致照射失敗，該系統具有自動偵測冷卻水流量變化並自動切換的功能。

3-2.建置雙標靶腫瘤缺氧造影劑毒性預試驗、動脈粥狀硬化造影劑臨床前技術性文件，完成雙標靶腫瘤缺氧造影劑之藥動、安定性  $\geq 90\%$  及毒性預試驗，與動脈粥狀硬化造影劑藥動、藥理及齧齒類毒性預試驗，CMC 文件 26 份，奠基腫瘤及心血管核醫藥物進入臨床試驗，神經退化診斷造影劑之前驅物及非放射性標準品合成製備與生物驗證。

3-3.完成 CT 影像之逆生成技術建立與基於 U-net 架構改良之 CT 影像重建 AI 模型，能將二維投影數據產製三維 CT 影像，有助於後續準確獲得 CT 剖面資訊和組織細節。完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發與效能驗證，可提升 3D CT 重建影像訊雜比(SNR)，進一步提升影像品質，並可應用於醫用與工業用 CT 與其他有限角度 3D 放射成像技術。完成具 2 能階之線型 PCD 偵檢器開發及掃描成像性能驗證，掌握 PCD 軟硬體開發與系統整合之核心關鍵技術，可作為後續開發 2 能階 PCD 行李安檢造影雛形系統之基石。

4-1.中子源開發與應用：完成 DPF 電力防護建置，低壓測試已明顯抑制電壓脈衝波。完成熱中子照相平台建置，空間解析度達 0.5 mm。完成快中子軟錯誤率測試平台，實測可量得靜態記憶體之軟錯誤率。(子項四)

4-2.量子新興技術開發：完成拓樸磁阻式元件開發，磁阻比達 52%，可做為未來車載市場之應用，成功開發高密度 InAs 自組式量子點，量子點密度  $\sim 2.7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 、平均高度約 4.5 nm。傅立葉中遠紅外線光譜分析顯示 InAs 樣品可顯示出波長 3.4 微米的光學吸收響應躍遷，可作為後續開發中遠紅外線偵測器所需之關鍵感光層材料。(子項四)

4-3.半導體生物檢測技術開發：完成骨質疏鬆因子檢測晶片原型開發，透過檢測 CTx-1 分子濃度可推估骨質流失速度，本年度已完成初步效能驗證，未來可協助提升國人骨質健康。(子項四)

#### 遭遇困難與因應對策

1. 於執行上熱屏蔽切割模擬測試時，發現水下切割作業場所之「濕式切割站水槽」發生滲漏情形。已針對可能發生滲漏處，進行全面性水槽防漏補強作業，待補強作業完成後執行上熱屏蔽拆解及切割作業。(子項二)
2. 核安會物管組物料管制會議決議 015D 地下貯存庫未來提交除役完成報告時，需檢附除役廢棄物貯存桶核種活度檢測資料等相關資料備查，113~114 年將針對前兩年已完成之高活度廢棄物地下貯存庫(015D) 1、3、9、2、5、6 號窖，共計 6 個窖除役清理後之廢棄物委請本院化學所進行核種活度分析。(子項二)
3. 避免雙功能及擬單能中子靶站因照射靶破裂造成真空系統破壞，目前因應對策為設置靶站專用的真空計並以 PLC 對兩個靶站真空值作實時監控，當靶站真空高於警戒閾值時即遠端控制關閉真空閘閥以保護加速器真空系統。(子項三)
4. 30MeV 中型迴旋加速器系統相當專業複雜且機齡已 30 年，仍須穩定國內供藥，但常因零組件老舊故障當機；因應對策：導入量化風險評估 PRA 技術，協助迴旋加速器設備老化與可靠度的問題，持續編列經費用以維護此重要基礎設施運轉(每年約 2,000 萬)，另新 PIC/S GMP 附則 1 將於 112 年 08 月正式生效，要求必須提升製藥設施及相關設備規格與國際同步，目前設施運維經費若有不足，本所將爭取其他計畫經費或以法人化後部分藥物銷售收入支援因應。(子項三)
5. 使用 U-Net 架構所設計之 AI 模型，需事先指定多角度 2D 之 X 光造影數據的幾何與角度資訊，實際場域應用上的泛化會受到一些限制，為克服此限制，將先以多通道(Mutli-Channal)方式進行改良，再進一步研究是否能導入領域自適應(Domain Adaptation)、神經放射場(Neural Radiance Field)等前瞻技術。(子項三)

## 貳、經費執行情形

### 一、經資門經費表(E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 111 年度決算，故請填列機關編造決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	112 年度				執行率 (d/a)	113 年度 預算數		備註
	預算數 (a)	初編決算數						
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	206,385	195,029	11,180	206,209	99.91	230,000		
一、經常門小計	117,252	115,578	1,514	117,092	99.86			
(1)人事費		-	-	-	-			
(2)材料費		-	-	-	-			
(3)其他經常支出		-	-	-	-			
二、資本門小計	89,133	79,451	9,666	89,117	99.98			
(1)土地建築	-	-	-	-	-	-	-	

(2)儀器設備	-	-	-	-	-	-	-	-
(3)其他資本支出	-	-	-	-	-	-	-	-
		<b>110 年度 決算數</b>	<b>111 年度 決算數</b>	<b>112 年度 決算數(執行率)</b>	<b>113 年度 預算數</b>			<b>備註</b>
綱要計畫總計		215,650	193,717	206,385	230,000			
一、細部計畫 1	小計	214,111 (99.3%)	193,679 (99.98%)	206,209 (99.91%)				
	經常支出	120,007 (95.8%)	110,819 (93.17%)	117,092 (99.86%)				
	資本支出	94,104 (104%)	82,860 (110.8%)	89,117 (99.98%)				

## 二、經費支用說明

(請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

- i. 本年度編列經常門業務費 117,252 千元，估計畫總經費 56.81%。主要用途為支應計畫執行所需之實驗物品材料、設備設施維護、水電清潔、國內外公差、委託學術單位研究等費用。累計至 112.12.31 預算執行率為 99.86%。
- ii. 本年度編列資本門設備費 89,133 千元，估計畫總經費 43.19%。主要用途為支應購置計畫執行所需之機器設備，資訊軟體設備、系統開發費、雜項設備費。累計至 112.12.31 預算執行率為 99.98%。
- iii. 截至 111.12.31，經常門與資本門合計之執行率為 99.91%。

## 三、經費實際支用與原規劃差異說明

(如有執行率偏低、保留數偏高、經費門流用比例偏高等情形，均請說明。)

1. 「無塵室空調與附屬設備」購案，內容係包含建置無塵室本體與相關氣、水、電等周邊配置，以及 MOCVD 設備入院後的二次配管，本案因採最有利標及國內缺工問題導致立案時程延宕，另於執行過程中，為因應「特定化學物質危害預防標準」法規第 38 條第 2 項至第 4 項修正條文及第 38-1 增訂條文於 112 年 7 月 1 日實施(局部排氣裝置須請經中央主管機關訓練合格之專業人員設計及運轉測試)以及為提高無塵室潔淨度等測試數據可靠度，本案新增兩工作事項，包含：(1)局部排氣裝置設計與測試須由合格之專業人員進行；(2)無塵室檢測須由 SGS 等第三方公正單位進行。然此兩工作事項辦理需時，以致無法於原訂 112 年完成相關項目，故本案於 112 年 9 月 11 日辦理契約變更，將相關項目延至 113 年 2 月 29 日前完成，並辦理保留相關預算 10,099,650 元，本案分 4 次辦理查驗與驗收，目前依規劃進度如期執行，表列如下。

查驗批次	主要工作項目	給付金額(元)	預定完成日期
第一次	空調設備採購入院	1,804,158 (112 年預算)	已完成 (112 年 11 月 27 日)
第二次	氣體相關以外設備採購入院、完成無塵室內裝建置、廢棄物清運	4,066,930 (112 年預算)	已完成 (112 年 12 月 18 日)
第三次	除二次配管外完成所有工作項目	13,581,112 (使用 112 年保留之 10,099,650 元，其餘金額使用 113 年度預算)	113 年 2 月 29 日前 (113 年 1 月 25 日已由 SGS 完成潔淨度等相關測試)
驗收	二次配管	247,800 (使用 113 年度預算)	MOCVD 入院後 30 日內

## 第二部分

註：第一部分及第二部分(不含佐證資料)合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

# 壹、 成果之價值與貢獻度

(請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即多年期綱要計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

## 一、學術成就(科技基礎研究)

1. 研析核二廠相關程序書，擬定與爐心安全有關之安全系統與設備清單，完成核二廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告，INER-17020R。結果顯示，在停機半年的狀態下，最嚴重案例為假設僅一個LPCI注水可用，其最熱燃料之護套溫度仍低於NUREG-1738要求的600°C，可作為後續相關安全系統與設備放寬或移除研究的基礎與參考。(子項一)
2. 於風險評估技術與管理面，整合「安全防護、風險管理和韌性管理」及探討如何減輕潛在危害之影響，彙整國際基礎設施韌性評估框架(以美國為例)，整合其重要發現為研究報告「基礎設施韌性分析方法論之探討-以美國基礎設施韌性規劃框架為例」，INER-17169。該成果可貢獻於能源基礎設施危害辨識、篩濾分析與安全防護等領域，透過系統化方式評估基礎設施脆弱點，達到韌性提升及可靠度強化的目標，以及做為我國管制機關制定風險與安全防護管理法規之重要參考，如圖 1-4。針對劑量管理面，為精進我國輻射防護與環境安全評估技術，以及生物圈及環境劑量評估之延伸應用，於劑量管理面向，以「台灣孕婦假體應用於核醫科懷孕工作人員之胎兒劑量評估 (Assessment of fetal dose and occupational exposure for pregnant workers in nuclear medicine using the Taiwanese pregnancy phantom)」為題，完成劑量轉換係數 SCI 論文 1 篇。該研究成果可貢獻於本土劑量傳輸安全評估建議，以及國內環境劑量安全評估之參考與技術基準，如圖 1-7。(子項一)
3. 完成「相位陣列式超音波視察導則」報告，NARI-0002。本報告主要著重說明超音波的能力驗證與相位陣列式超音波的技術規範，以及電廠運轉時之檢驗視察要求項目，可作為未來於電廠執行相關作業之參考。(子項一)
4. 完成「非破壞檢測過程自動化案例研析」報告，INER-OM-2839。提供國際間以人工智慧有效的提高非破壞檢測設備安全性並同時降低檢驗作業成本。(子項一)
5. 完成「核一廠中期乾式貯存廠房之耐震(風)能力初步評估—以日本奧陸市中期乾式貯存廠房為例研究報告」，INER-17172。本研究報告以日本乾式貯存廠房為對象，進行結構概念設計，並以我國鋼筋混凝土結構設計規範和臺灣結構耐震評估與補強技術手冊(TEASPA V4.0)之新建建築

- 物耐震性能評估標準進行檢核。(子項一)
6. 完成「核一廠用過燃料池流固耦合地震分析研究報告」，NARI-17281。本報告主要採用流固耦合分析方法進行用過燃料池地震分析，考慮池水振盪造成用過核子燃料池結構的反應進行探討。(子項一)
  7. 投稿 SCI 論文「Radiation Survey for Taiwan Research Reactor Vessel」於期刊 ANNALS OF NUCLEAR ENERGY，本研究呈現了 TRR 反應器爐體拆解過程中輻射分佈和廢棄物特性的全面評估，據此調查適當進行放射性廢棄物的處理和貯存，從而確保作業人員、公眾和環境的輻射安全。(子項二)
  8. 本計畫已完成水層材料之孔隙率與吸附性關係曲線 1 組，並據以修正含水層參數反饋全域模型，為本計畫首次結合現地試驗與數值分析之研究成果。(子項二)
  9. 完成「An X-ray fluorescence experimental method for photon counting detector in computed tomography system」投稿國際期刊「JINST」(IF: 1.3)。過去以 X 光螢光(XRF)應用於光子計數偵檢器(PCD)能量校正的實驗架設方式採 X 光源與偵檢器垂直方式，此設置較難於 PCD-CT 系統實現。本篇研究探討一種可應用於 PCD-CT 的 XRF 水平實驗架設方法，並以實驗證實與過去垂直架設方法對於 PCD 能量校正效果一致，說明此方法可有效應用於 PCD-CT 系統。(子項三)
  10. 完成「Application of tomosynthesis for vertebral compression fracture diagnosis and bone healing assessment in fracture liaison services」投稿國際期刊「Frontiers in Medicine」(IF: 5.508)。本研究比較了平面 X 光和斷層合成掃描在診斷脊椎壓迫性骨折和評估癒合方面的表現。研究結果顯示數位斷層合成掃描經影像重建後之三維影像，解剖結構之細節明顯優於平面 X 光，對於骨質疏鬆症患者的脊椎壓迫性骨折診斷深具潛力，並可以較低的輻射劑量和成本追蹤骨折癒合狀況。(子項三)
  11. 完成「Virtual monochromatic imaging with projection-based material decomposition algorithm for metal artifacts reduction in photon-counting detector computed tomography」獲國際期刊「PLoS One」刊登(PLoS One, 18(3), p. e0282900, 2023)(IF: 3.7)。本研究介紹本院開發之 PCD-CT 材質解析演算法應用於 CT 金屬假影抑制效能評估，與習用方法相比，本方法可更有效抑制 CT 金屬假影，並且可以避免金屬植入物周圍組織影像模糊，提升正常組織診斷效能。(子項三)
  12. 完成「Extending the Application of Super-Resolution Imaging through X-ray Radiography to Minimally and Non-Invasive Therapy」發表國際會議「iSMIT 2023」。本研究將 AI 深度學習技術導入 X-ray 影像，針對放射影像進行超解析度放大，能突破硬體造影限制，更為清楚的顯示影像細

- 節紋理，可作為成像儀器影像後處理之基石。(子項三)
13. 完成「基於脊椎 X 光影像之超影像解析度提升之 AI 架構」研究報告 1 篇。本研究係經建立超影像解析度模型提高醫學影像之解析度與影像細節，可改善醫材設備成像品質，輔助醫師做出更精確的診斷並為後續的治療計畫提供可靠的參考影像。(子項三)
  14. 完成「開發應用於骨質密度檢測之二維雙能量 X 光成像技術」研究報告 1 篇。本研究開發應用於二維雙能量 X 光骨質密度檢測系統之骨質密度計算演算法，並以標準骨密假體實驗驗證此演算法骨密計算準確度，並與醫學中心所使用之先進雙能量 X 光吸收儀(DXA)進行效能比較評估。本研究報告可供未來開發以光子計數偵檢器(PCD)為基礎之二維或三維骨質密度計算演算法之參考，以拓展本所材質解析技術應用範圍。(子項三)
  15. 完成「應用光子計數偵檢器於二維 X 光行李安檢成像技術開發」研究報告 1 篇。本研究開發應用於 2D X 光行李安檢之材質解析演算法，並以光子計數偵檢器(PCD)不同能階之數據實驗獲得物質之有效原子序，定性效能指標能有效分辨有機物與無機物材質，並符合國際 X 光安檢設備標準，亦能進行有效原子序的定量評估。本研究報告相關實驗參數設置、材質解析演算法可供 PCD 未來能真實評估塑膠炸彈材質與正常材質的參考依據。(子項三)
  16. 完成「雙軸向掃描三維造影應用於脊椎壓迫性骨折診斷之學術臨床試驗報告」研究報告 1 篇，內容包含本院自主開發之 X 光放射造影儀學術臨床試驗規劃、實施執行方法與結果以及醫師評估與展望，可作為未來放射影像器材進行臨床試驗之參考依據。(子項三)
  17. 「High-performance designs of interdigitated capacitive electrodes for molecules evaluation: formation of circularly symmetric sensing fields at arbitrary sensing positions」投稿於國際期刊「(ESCI) IEEE sensors letters」(IF:2.8)。本研究利用三維碎形光學繞射結構解決傳統繞射元件殘影與雜訊之議題，可應用於未來量子元件之靈敏度。(子項四)
  18. 「Spin-torque efficiency enhanced in sputtered topological insulator by interface engineering」獲國際期刊「JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS」刊登(vol. 572, p. 170638- 17064)7(IF: 3.097)。運用磁控濺鍍鐵磁/拓撲絕緣體異質結構可提高自旋-軌道轉換效率，主要研究成果為藉由不同金屬摻雜(Ta、Pt、Cu)沉積拓譜(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)薄膜，探究磁性層(CoFeB)中磁矩翻轉能力，未來可應用於車載市場中感測器技術。(子項四)
  19. 「New anodic discoloration materials applying energy-storage electrochromic device」獲國際期刊「materials」刊登 vol. 16, p. 5412- 5427

- (IF: 3.4)，主要針對新陽極材料應用於低成本電致變色技術，對於低碳排與節能之智慧調光膜技術有所助益，可作為未來申請計畫之主軸。(子項四)
20. 「Detecting quantum phase localization using Arnold tongue」投稿於國際期刊「PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS」刊登 vol. 633, p. 129436 - 129449 (IF: 3.3)。對於後續量子偵測器之研發進展，有所益處。(子項四)
  21. 「Self-assembled InAs quantum dots grown using mass-production metalorganic chemical vapor deposition」投稿於國際期刊「Coatings」(IF:3.236)。以 MOCVD 方法成功研製高密度 InAs 自組式量子點，其密度 $\sim 2.7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 、平均高度約 4.5 nm，可作為中遠紅外線感測器所需關鍵感光層材料。(子項四)
  22. 「Self-Trapped, Thermally Equilibrated Delayed Fluorescence Enables Low Reabsorption Luminescent Solar Concentrators Based on Gold-Doped Silver Nanoclusters」獲國際期刊「ACS Applied Materials & Interfaces」刊登 vol.15, p. 53136-53145 (IF:10.3)。本論文研究藉由金摻雜銀量子點，可經由光吸收後，激發激子-聲子耦合和單線態/三線態激子，透過摻雜技術，可具備很大的斯托克斯位移特性，激子可以透過強激子-聲子耦合進行自捕獲，有利於在放光過程具有寬頻延遲螢光，可讓光受限及熱平衡延遲螢光，具有高功率轉換效率和最小重組吸收，讓導光玻璃應用佳的應用前景。(子項四)
  23. 「Enhancing Solar-to-Hydrogen Production Using Gel Polymer Electrolyte Lithium Batteries under Indoor Light Conditions」投稿於國際期刊「ELECTROCHEMISTRY COMMUNICATIONS」(IF:5.443)。運用膠態高分子電解質(GPE)鋰電池的太陽能產氫反應器在室內光照條件進行測試，結果顯示在 2.0 V 電壓可實現超過 1,996  $\mu\text{g/h}$  的最大析氫速率，而在室內光照 3.5 V 電壓下產生的光電流可達 0.2  $\text{mA/cm}^2$ 。(子項四)
  24. 「The Dyadic Green's Function Method for Investigating Electric Dipole-Electric Dipole Interactions in the Presence of Multilayer Topological Insulator Spheres」投稿於國際期刊「PHYSICAL REVIEW B」(IF:3.7)。本研究通過格林函數方法探討了多層拓撲絕緣體球中電偶極-電偶極交互作用的異常電磁特性。這項研究揭示了拓撲絕緣體相關的光學修正，為其在量子元件和光學等領域的應用提供了新的理論基礎。(子項四)
  25. 「Investigation of the Influence of Skyrmion-Defect Interactions on Thin-Film Hall Magnetoresistance」投稿於國際期刊「NEW JOURNAL OF PHYSICS」(IF:3.716)。本研究探討磁性元件製程缺陷對磁阻效應的影響。分析了缺陷類型、大小及分佈對自旋電子傳輸的影響，並在實驗中驗證

- 缺陷與磁阻性能之間的關聯。研究結果為提升磁性感測元件性能提供了重要的理論和實踐基礎。(子項四)
26. 「一種 X 光照技術應用於無需形成程序之新穎二氧化鉛電阻式記憶體元件」發表於「2023 台灣物理年會」。本研究以 X 光達成無需形成程序之二氧化鉛的電阻式記憶體製作。所採用大面積照射之 X 光技術將更有利於未來電阻式記憶體儲存元件的大規模生產應用，並提供更佳的元件記憶儲存窗口特性。(子項四)
  27. 「半導體技術於骨質疏鬆檢測應用之研究」發表於「2023 年第十屆全人健康促進學術研討會」。本研究以碎形電路搭配化學修飾電極作為量測之方法，量測骨代謝分子濃度，可推估骨質流失速率。(子項四)
  28. 「光波導壓力感測技術於長照之應用」發表於「2023 年第十屆全人健康促進學術研討會」。本研究針對長期臥床病患提出一利用光波導進行壓力感測以偵測病人臥姿及降低意外發生風險之方法。(子項四)
  29. 「The Assembling Method for Improving Gel Polymer Electrolyte Lithium Batteries」發表於「Taiwan Association for Coating and Thin Film Technology (TACT2023)」。採用真空烘箱烘乾方法與原先手套箱內除水方式相比，可節省製程時間為原先的 1/4，及製程空間減少為 1/3 以下，製作的理論電容量 1 Ah 電池以 0.1C 測試可得 935.08 mAh，所以真空烘乾除水法適合於膠固態電解質鋰電池製程使用。(子項四)
  30. 「The composite current collector for anode-less NMC811 gel polymer electrolyte lithium batteries」發表於「Taiwan Association for Coating and Thin Film Technology (TACT2023)」。以 NMC811、膠固態電解質(GPE)和複合鋁(Al)集電層組成無負極鋰電池，本電池在 50 次循環後可提供 1.84 mAh/cm<sup>2</sup> 的電容量，在第 8 次循環測試後，庫侖效率提高到接近 100%。本結構的無負極 NMC811 鋰電池具有高能量密度應用的潛力。(子項四)
  31. 「中子照相檢測技術發展及其在銲接領域的應用」發表於「台灣銲接協會 112 年年會暨論文發表會」。本文介紹本院中子照相檢測技術的發展，說明目前可達到的時間解析度與空間解析度，以及說明其在銲接領域的可行應用，向國內學術界推廣中子照相技術。(子項四)
  32. 「Fast-Neutrons-Induced Single Event Upsets of 65 nm SRAM Tested by Using NARI's Neutron Sources」，發表於「2023 中子年會」。本文介紹本院開發的兩種快中子源及軟錯誤率自動量測設備，這些設備能測量出高能中子對電子設備的影響，顯示軟錯誤的存在，及基於安全性的量測必要性。(子項四)。

## 二、 技術創新(科技技術創新)

1. 以能源基礎設施廠外事件為對象，以地震情節為例，探討危害對基礎設施造成之衝擊程度，完成 SEISMIC 軟體地震前端樹分析程式使用手冊報告，NARI-OM-2861R。使用手冊技術報告涵蓋三大範圍：SEISMIC 程式功能、SEISMIC 程式計算流程、SEISMIC 程式計算需要的輸入檔，如圖 1-5。此研究成果可貢獻於引入蒙地卡羅技術而計算單一事故序列及事故分類中最嚴重地震最大加速值之機率分布。(子項一)
2. 1 月 19 日「可替換拆解機具及夾持工具的水下裝置」進行專利審查，其中華民國專利申請案號：112102661。本專利可用於我國核設施高活度爐內組件水下拆解作業，針對反應爐需形狀各異的拆解組件，於水下快速替換不同拆解機械設備，提升拆解效率，能有效減少作業人員吸收輻射劑量。(子項二)
3. 8 月 16 日「沸水式反應器控制棒葉片暨燃料匣切斷機具」已通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：112130827。本專利為設計一種金屬切斷機具，將沸水式核電廠內，經壓縮過後之用過控制棒葉片及燃料匣予以剪斷，以最適化尺寸裝入盛裝容器中進行貯存，而達到廢棄物減容及提高盛裝容器使用效益。(子項二)
4. 「分離式輻射檢測箱」已於 112 年 8 月 18 日向智慧財產局送件申請專利，中華民國專利申請案號：112131199。本發明係應用於輻射量測系統的箱體機構設計，主要目的在縮短受測物移入及移出量測鉛箱體之作業時間，以加速放射性廢棄物之整體量測作業。當受測物的總重量大，馬達承載的負荷也會隨之變大，本專利亦可有效降低馬達的負荷。(子項二)
5. 10 月 02 日「放射源鉛貯容器及其使用方法」已完成所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：112137697。本發明的放射源鉛貯容器之結構以鉛材料為主，具有良好的防輻射洩漏效果，可開蓋式設計能便利報廢射源於容器的放入、取出，在容器頂部及底部設置與內部容置空間相通的通氣管及排水管，並且搭配具有傾斜設計的容器底部，能減少於容器底部的局部區域積水，並且有效排除容器內的水分。(子項二)
6. 10 月 30 日「拆解複雜結構之水下裝置」進行專利審查，其中華民國專利申請案號：112141531。本專利可用於我國核設施高活度爐內組件水下拆解作業，依筒型大組件內個別複雜結構以不同角度拆解，不用置換不同水下裝置，提升拆解效率，能有效減少作業人員吸收輻射劑量。(子項二)
7. 小規模中子源規劃與建立提供國內唯一的擬單能中子設施，供國內龍頭半導體廠進行中子照射耐輻射測試，為我國半導體晶片尖端應用與研發

貢獻棉力。(子項三)

8. 完成「移動式斷層合成造影儀器」中華民國發明專利申請 1 件 (TW112113906)。本技術可克服現有移動式平面 X 光機無法提供三維診斷影像資訊痛點，解決習用技術影像組織器官重疊問題，提升醫療診斷效能，且輻射劑量僅為移動式平面 X 光機的 1.5 倍，可直接對 ICU 病房或術中無法自行移動患者提供三維 X 光診斷資訊，降低移動患者所帶來的風險；亦可應用於隔離病房避免院內感染情事發生；或安裝至 X 光巡迴車造福偏鄉居民。(子項三)。
9. 「Calculation Method For A Dual-energy X-ray Imaging System」獲得 1 件美國發明專利(US11693146B2)。本專利技術可克服傳統應用於 X 光行李安檢之雙能量 X 光成像技術在計算材質有效原子序時，所採用主流之多項式近似法限制，本技術有效原子序計算精準度可提升約 40%，進一步提升塑膠炸彈等難測違禁品檢測能力，可協助提升我國飛航、邊境與國土安全。(子項三)
10. 「感測電極及使用此感測電極感測介電異向性分子的方法」：本發明之感測電極由叉指式電極結構單元，依碎形拓撲作多域排列組成，旨在實現電極任意位置皆能形成具旋轉對稱性的感測電磁場，能對非等向性待測物質(例如蛋白質、長鏈型高分子等介電異向性分子)進行穩定、精確檢測。(中華民國專利申請案號：112109197)。(子項四)
11. 「固態鋰電池」：新能源汽車興起以來，鋰電池自燃爆炸事件也層出不窮，然而，目前純固態電解質鋰電池除了離子導電度較差以外，因介面阻抗過高的問題，必須在高溫或高壓的條件下，才能使純固態電解質鋰電池正常充放電。本申請專利提供一種固態鋰電池，降低介面阻抗，使固態鋰電池能在常溫常壓下進行充放電與使用，提升電池充放電的效能。(中華民國專利申請案號：112123359 和美國申請案號：18/234,010)。(子項四)
12. 「成長於基板兩側的多界面太陽能電池結構及其製作方法」：本發明針對多界面太陽能電池之晶格匹配提高良好之磊晶品質，提供正向三界面太陽能電池僅涉及一次晶格漸變緩衝層，只有 InGaAs 底層第三子電池會存在差排缺陷，因此製作過程較為簡易、可維持較佳的製程良率。(美國專利申請案號：18/136,932)。(子項四)
13. 「具有準週期性碎形拓撲結構的微型繞射光學元件」：傳統設計繞射元件的結構與演算法，易因非理想光元等因素出現影像混疊現象或莫瑞條紋，降低影像品質。本發明係利用碎形拓撲開發薄型平面光學元件之光學結構，以降低前述光學混疊與複本干擾等雜訊。(中華民國專利申請案號：112130777)。(子項四)

14. 「垂直式疊加結構量子偵測器」：本專利以低成本之高功率脈衝磁控電漿製備拓撲絕緣薄膜，不需高溫退火製程，研發出極寬吸收光譜及表面態具備高導電性之能力。運用拓撲絕緣體所組成垂直式量子偵測器結構，在弱光強度及紅外光波段照光下，具備高靈敏之新型光偵測器(中華民國專利申請案號：112139224)。(子項四)
15. 完成本所首套快中子軟錯誤率測試平台之設計與建置，並經實測可用於靜態記憶體軟錯誤率檢測，有益我國半導體之輻射安全檢測，乃本所中子源相關技術研發之重要突破點。(子項四)

### 三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 執行 TRR 設施除役相關工作，需長期投入勞務人力，並依本所發展的工法及程序書，執行核設施除污、拆除、可外釋廢棄物偵檢及放射性廢棄物處理等作業，在本所工作人員之外，另提供 33 人年之就業機會，促進產業經濟發展。(子項二)
2. TRR 爐體拆解為本期計畫主要工作之一，規劃較高活度組件由本所自主開發設計機具及工法，爐體外圍較低活度之生物屏蔽體，採用技術較成熟之鑽石索鋸及鑽孔機作業 因此委由專業技師進行拆解細部工程設計，拆解工程則委由具相關經驗之工程或營造公司分階段執行，除可符合 TRR 除役工作進度，亦可提升核設施除役本土化程度，促進國內相關產業經濟發展。(子項二)
3. 完成 5 噸除役廢金屬偵檢、篩選及機械噴砂除污處理，經解除管制鑑定符合外釋限值，可供進行解除管制，降級為一般廢棄物並外釋，達成保護環境及資源回收再利用等效益。(子項二)
4. 攜手國內產官學研單位共組「台灣太空輻射環境驗測聯盟」，助攻太空產業鏈，提供國內廠商電子零組件及元件之輻射驗證與測試需求，協助國內廠商改善抗輻射設計與製程。(子項三)
5. 使用深度學習建立影像重建模型，可更快且更準確地從 2D 投影重建 3D CT 影像，產生較高影像的解析度和細節，從而減少診斷時間和醫師的工作負擔，並減少誤診和患者重複檢查的次數，隨著 3D 的 AI 成像技術開始在醫療領域廣泛應用，該技術市場需求越來越大，吸引硬體廠商的關注將其整合至硬體設備系統。(子項三)
6. 完成「X 光數位平板感測器靜態與動態造影測試」技術服務案簽署 1 件(80 千元)。主要進行數位 X 光偵測器靜態與動態影像品質、穩定度等性能測試，可協助國內廠商加速其產品獲得認證，有助於健全國內放射影像醫材關鍵組件產業。(子項三)
7. 建立自主量子科技關鍵技術研發能量，並與外部研究機構資源整合與國

- 內業者共同投入，藉由技術服務案的簽訂與執行進行產業推廣布局，以利國內產業將量子技術轉化成創新商品。(子項四)
8. 提供擬單能中子源及中子輻照等專業服務，協助我國半導體製造龍頭大廠成功完成數次快中子軟錯誤率測試。(子項四)
  9. 量子新興技術開發，以現有資源建立自主量子科技關鍵技術研發能量，完成儲能電池、磁阻傳感感測元件及紅外線感測器等 3 項相關技術開發，拓展量子科技之應用領域，以利國內產業轉型及下世代產品布局。(子項四)
  10. 將半導體與生物檢測兩項技術跨域整合，拓展應用市場，並發展骨鬆因子檢測技術以預防及降低骨質疏鬆發生機率，減輕照護支出。(子項四)

#### 四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 完成 BWR-6 機組長期停機風險燈號判定規則，對於該型核能機組系統中找出於長期停機期間具風險顯著性系統，並透過風險量化技術量化不可用時間之風險增量值，並做為風險燈號判定依據，提升核能電廠長期停機之風險控管，提升電廠周圍環境安全。(子項一)
2. TRR 爐體拆解，自主開發拆解機具設備及工序，並考量廢棄物輻射特性，建置細部拆解工法，經模擬測試驗證符合功能需求，建立標準作業程序，以符合輻射防護 ALARA 原則，且廢棄物處理符合「放射性物料管理法」相關規定，使 TRR 除役依規劃進度順利執行，並確保除役作業環境輻射安全，已依照工法及時程規劃，陸續完成上生物屏蔽體組件及外圍生物屏蔽體第一層拆解。(子項二)
3. 配合 TRR 燃料乾貯場(DSP)清除過程之大量廢棄物偵檢需求，本院開發廢棄物量測技術與建置廢棄物管理系統等廢棄物管理技術，同步進行整合及驗證，所採用裝置設備及作業程序均為自主規劃建置，使清除作業之廢棄物管理均符合主管機關之管制要求，均在安全與合法原則下持續進行，已累積豐富經驗及相關技術，可供後續國內核電廠除役參考。(子項二)
4. 除役清理產生之放射性固體或液體廢棄物經由整檢作業進行減量清理和改善貯存環境，一方面可減少放射性廢棄物之數量，另一方面可確保環境安全。(子項二)
5. 維持加速器運作，核醫製藥中心持續供應鈾-201 等核醫藥物。在國外輸入不足造成缺藥期間(如國外迴旋加速器故障、108 年華航罷工、109/2 月迄今新冠肺炎疫情)，扮演關鍵供應角色，提供鈾-201 予國內病患心臟造影使用，確保國人用藥需求不中斷，造福國人健康福祉。(子項三)
6. 完成低劑量 AI 影像重建模型開發，能以不同角度的二維投影影像重建

三維 CT 影像，使用大量數據訓練後可衍伸為低劑量成像技術，改善醫材設備的成像品質，提高骨鬆診斷率，並輔助偏遠地區或醫療資源有限地區的醫療服務。(子項三)

7. 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發與效能驗證，可提升 3D CT 重建影像訊雜比(SNR)，進一步提升影像品質，並可應用於醫用與工業用 CT 與其他有限角度 3D 放射成像技術。(子項三)
8. 藉由量子新興技術開發計畫執行與研發成果，建立量子技術人才培育與關鍵技術。藉由技術服務案的簽訂與執行，進行產業推廣，以利國內產業轉型，將量子技術轉化成創新商品。(子項四)
9. 開發早期骨質疏鬆檢測晶片，進行體內骨代謝因子濃度之監測，可推估骨骼代謝之速度並預測骨質流失與骨折之風險，提前由飲食、運動、或藥物進行改善與治療，增進生活品質。(子項四)
10. 藉由「量子新興技術開發」研究計畫執行與研發成果，建立量子技術人才培育，與外部研究機構資源整合。(子項四)

#### 五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

1. 本計畫透過風險管理技術之角度，結合現有量化風險評估之優勢基礎，延伸至基礎設施，以系統化方式探討基礎設施之脆弱點，達到韌性提升及可靠度強化的目標。本計畫探討國際關鍵基礎設施韌性評估框架(以美國為例)，其技術成果，包括天然災害篩濾分析方法論，以及建立基礎設施定性危害篩濾分析技術，可輔助我國關鍵基礎設施管制機關，例如行政院國土安全辦公室，於制定與修訂風險管理與安全防護法規「國家關鍵基礎設施安全防護指導綱要」之重要技術基礎。(子項一)
2. 為維持本所放射性物料設施運作及培育設施運轉人力，派員參加台電林口訓練中心運轉員及高級運轉員訓練課程，並符合「放射性物料管理法」及「放射性廢棄物處理設施運轉人員資格管理辦法」相關規定。(子項二)
3. 完成國際間有關核電廠除役大型物件表面污染容許量標準研析並完成研究報告 1 份，可供未來執行核電廠除役大型物件離廠輻射偵檢審查之參考，以提升放射性廢棄物減量成效。(子項二)
4. 因應審計部蒞所查核本所 111 年度財務收支及決算需要，於 112 年 02 月至 30MeV 迴旋加速器及核醫製藥中心實地參訪，使審計單位瞭解本所核醫製藥之任務與現況，以利預算之爭取。(子項三)
5. 持續進行放射診斷造影劑臨床前試驗之所需化學、製造與管制 (Chemistry, Manufacturing and Controls, CMC) 文件及嚙齒類動物毒性試驗報告撰寫，建立申請臨床試驗之藥物基本資料，以期朝向進入臨床

試驗(IND)階段，邁進疾病診斷之目標。(子項三)

6. 應用 AI 技術快速建構起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品等相關精進製程與擴量製程、結構圖譜分析及品質分析等 SOP 文件，建立標誌前驅物及非放射性標準品之擴量製程與品質規範，創建前驅物及非放射性標準品等品質管理系統，讓核研所成為國內核醫藥物原料藥(非放射性)研發中心。(子項三)
7. 藉由「量子新興技術開發」計畫執行，培養量子專業模擬跨領域人才及建置量子科研設備，加速產業導入關鍵技術並建立本所量子技術應用平台的研發能量。(子項四)
8. 透過早期骨質疏鬆檢測晶片開發過程，整合半導體製程、交流訊號分析、高分子合成、生物分子捕捉及軟硬體介面等技術，培養跨領域之研發人才。(子項四)
9. 成功開發出我國全新的加速器中子源，完成熱中子照相及快中子軟錯誤率測試等兩項中子應用技術，為我國中子領域在學術、科技、產業等領域的應用與發展扎下根基。(子項四)
10. 藉由「量子新興技術開發」計畫執行，培養量子專業模擬跨領域人才及建置量子科研設備，加速產業導入關鍵技術並建立本所量子技術應用平台的研發能量。(子項四)
11. 進行「緊湊型中子源及應用技術」團隊合作，對象為跨國之合作。(1)日本 RIKEN 的 Neutron Beam Technology Team：邀請 Dr. Yoshie Otake 擔任中子國際諮詢委員。(2)德國 Forschungszentrum Jülich (於利希研究中心)的 HBS 中子源計畫團隊：2023 我方前往德國參訪，德方主動提出共同申請台德雙邊合作計畫，擬針對中子靶站及熱中子繞射儀等設計項目為標的。(3)澳洲 ANSTO：2023 年派員前往實習一人次，並邀請 ANSTO 中子科學站專家進行線上教學。(子項四)

## 貳、 檢討與展望

(請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

1. TRR 爐體拆解為本期計畫主要工作之一，除積極建置及驗證爐內組件拆解切割所需機具設備外，其外圍生物屏蔽體拆除工程是委由專業廠商執行，計畫進入技術研發、拆解作業及拆解工程同時進行階段，期間時程規劃及介面整合變得非常重要。(子項二)
2. TRR 燃料乾貯場(DSP)清除，先前遇到不可確定因素，導致曾經清除進度落後，積極協同專業技師、工程公司適時調整工法，並依據作業環境限制，改良設備機具結構，於上半年完成貯存孔清除，所產生土壤、混凝土及貯存孔等廢棄物，期望能在本期計畫完成偵檢分類及包裝。(子項二)
3. 熱室 90 清理，持續改善熱室除污作業並加強合理抑低之除污準則，內部輻射劑量率及污染已大幅降低。今年並先完成 TRR UO<sub>2</sub> 測試燃料棒封裝移貯規劃及準備，明年進行封裝移貯作業，完整 TRR 核物料管理。(子項二)
4. 計畫所研發 INER-LRW-C1 與 INER-LRW-C2 盛裝容器，已開始配合 TRR 除役作業時程及需求，製作並提供 TRR 除役廢棄物貯存。同時亦開始積極推廣，期望能對國內核能電廠除役產生放射性廢棄物貯存與管理有所助益。(子項二)
5. 目前僅完成 1 組孔隙率與吸附性之關係曲線，尚有復育材料之吸/脫附性之特性須研究，故下一階段預計進行實驗，求得 1 組復育材料吸/脫附性之關係曲線特性。並進行所區全域地下水溶質傳輸模型修正。(子項二)
6. 30MeV 中型迴旋加速器系統相當專業複雜且機齡已 30 年，常因零組件老舊故障當機，仍須穩定國內供藥，故汰換關鍵零組件與導入量化風險評估 PRA 技術，協助迴旋加速器設備老化與可靠度的問題，112 年當機率目標為  $\leq 13\%$ 。(子項三)
7. 後續將進一步改良 CT 影像重建之 AI 深度學習模型，導入更為前瞻之 AI 技術，在相同影像品質下，降低病患接收輻射劑量；完成 4 能階 PCD-CT 材質解析演算法開發，並搭配本年度開發之迭代式影像重建演算法應用於提升骨密度值估算準確度，協助提升骨鬆診斷準確性；完成線型 PCD 偵檢掃描平台開發與性能驗證，並實際應用於小型行李安檢。(子項三)
8. 中子源開發與應用：在本計畫進行中子源開發與應用等研究與開發，累積的經驗和知識將有助於建立更高效、更優質、更強大的中子源(例如 70MeV 中子源計畫)，為台灣的中子科技發展奠定堅實基礎。(子項四)

9. 量子新興技術開發：本計畫建立之量子點技術除應用於儲能元件外，將延伸應用至非揮發性記憶體元件，提供未來整合型晶片技術應用，另外，本計畫研發的拓樸磁阻式元件及高密度 InAs 量子點技術，後續將持續在量子元件製程技術上精進，並透過提高拓樸磁阻元件的磁阻比，以及增強中遠紅外線偵測器的感光效能，提升量子感測元件的靈敏度與解析度，為車載市場提供更廣的應用潛力，也大幅提升中遠紅外線偵測技術的性能。(子項四)
10. 半導體生物檢測技術開發：本年度已完成骨質疏鬆因子偵測晶片原型開發及初步校能驗證，接續規劃結合高電子移動率電晶體精進骨鬆因子檢測能力，並進行相關可靠度與重複性驗證，使晶片檢測效能達實用水準。(子項四)

## 參、其他補充資料

### 一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

(請說明本計畫是否與其他科技發展計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何，若有共同之成果，亦請說明分工與貢獻；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，請強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

1. 「量化風險評估(PRA)技術應用於我國關鍵基礎設施之重要性」本計畫風險管理相關研究成果已貢獻於行政院國土安全辦公室之委託案「關鍵基礎設施風險評估與管理-以能源領域為例」，透過研究如何將風險概念導入關鍵基礎設施之風險評估與管理，進而確保我國關鍵基礎設施(Critical Infrastructure, CI)與時俱進的面對各種危害之挑戰，以及早期發現潛在之重大風險，並以有限的資源投入最有效益之改善策略，並於 CI 面對各項風險時，可達到早期預警、減災、即時應變與加速災後復原之韌性需求。重要成果之一包括提出「基礎設施(能源領域 CI)進行完整量化風險評估之推動期程，自 Tier 1 (定性評估)、Tier 2 (內部事件定量評估)至 Tier 3 (外部事件定量評估與綜合性風險管理)」，如圖 1-6。另一面向，本計畫之成果亦可協助我國關鍵基礎設施之監督機關，即行政院國土安全辦公室，適切調整「國家關鍵基礎設施安全防护指導綱要」之管制彈性。(子項一)
2. 穩定 30MeV 迴旋加速器運維，滿足國內核醫藥物臨床需求。導入量化風險評估 PRA 技術分析迴旋加速器設備老化與可靠度的問題，同步精進加速器運維，使 112 年度 30MeV 迴旋加速器當機率降至 4.37%，創近 10 年新低；核醫藥物銷售金額達 90,142 千元，再創近 10 年新高，累積服務病患 7 萬 6 千餘人次。依 PRA 結果逐年爭取預算，汰換老舊關鍵零組件，提升加速器運維穩定性；因技術延伸成功爭取 112 年科發基金計畫「迴旋加速器離子源測試站技術建立與加速器穩定運轉技術開發」(審查通過，申請經費 23,000 千元，核定經費 21,950 千元，經費通過率約 95%)，藉由整合原子能系統工程跨域整合發展計畫與科發基金計畫之研發資源與技術，將完成離子源零組件自製更新、離子源測試站建置、加速器 3D 模型、運維知識管理系統、及 PLC 可程式控制測試站建置，將可維持加速器年當機率在 10% 以下，持續供應國內重要 Tl-201, Ga-67 等核醫藥物臨床需求。(子項三)
3. 半導體生物檢測技術開發：本計畫團隊成員另執行「阿茲海默症前期偵測生物晶片技術開發」科發基金計畫，失智症亦為高齡化議題，與本計畫發展之骨質疏鬆因子檢測技術可共同提升國內長者健康狀況。(子項四)
4. 量子新興技術開發：(1)計畫團隊連續 3 年與中○院執行前瞻計畫之鋰電池技術團隊進行合作，針對中○院所研發可快速充放電之鋰電池正負極極片及

粉末材料朝固態電池技術、膠固態電解質應用於無陽極極片組裝進行合作研發。(2)本年度建置紅外光雷射光功率及光斑之標準化量測平台，該標準化量測方式已獲得中○院需求單位認可，後續有利於爭取雷射技服案立案。(3)建置量子磁性拓樸材料研製技術及標準化量測平台，持續建立快速鍍膜技術，與陽明交○大學及國家同步輻射中心技術團隊進行合作，本年度針對特殊鉍鎳合金/二硫化鉬製備技術進行合作研發。(子項四)

## 二、 大型科學儀器使用效益說明

無

## 三、 其他補充說明(分段上傳)

1. 112年8月25日邀請中央研究院翁啟惠院士於「醣科學在精準醫學的進展」演講後，參觀同位素所，並由李所長就同位素組核醫藥物研發成果進行簡報，另由杜定賢副組長介紹本所30MeV迴旋加速器開發運用，翁院士對於本院同位素所之研發成果表達讚許，思考未來合作研究可行性。(子項三)

# 附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
運用理論與數值方法探討含水貯儲結構之完整性與破壞特性	張○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
應用量化風險評估(PRA)技術於擇定之二氧化碳灌注廠	黃○○	2023	B	原子能系統工程跨域整合發展計畫
應用於攜帶式渦電流探傷機之人工智慧即時辨識系統	張○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
天然氣儲槽結構應用 API-597 適用性評估之機率破裂力學分析	林○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
超越設計基準地震下核電廠用過燃料池失效機率之研究	張○○	2023	F	原子能系統工程跨域整合發展計畫
使用 MAAP5 程式驗證核二廠 EPG/SAG Rev.4 程序書	陳○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
建立金山核電廠於長期停機期間(MODE5)發生 FHA 暫態的 RATRAD 分析方法	李○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣孕婦假體應用於核醫科懷孕工作人員之胎兒劑量評估	張○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
ASME 法規附錄 H 失效評定圖對肥粒鐵管路之適用性研究	周○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
基於擴展有限元素法對反應爐壓力槽噴嘴裂紋成長之結構完整性分析	李○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
探討核電廠用過燃料池之失效機率與易損性	張○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核一廠長期停機期間之洩水事故對爐心燃料安全分析	許○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫

核一新燃料廠房貯放乾貯護箱之熱傳分析	陳○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
氫含量在鈳四合金板材機械性質行為研究	董○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
不同應力與鹽含量對 316 不銹鋼螺栓表面腐蝕的影響	蔡○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
ASME Code Case N-860 技術研究：用過核子燃料密封鋼桶於延長貯存期間之監測要求與評估標準(G)	廖○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣研究用反應器爐體廢棄物輻射特性調查	黃○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
使用專屬參數針對 BWR 飼水管路進行機率破裂力學評估之應用	劉○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
深層含水層的儲水特性：使用地下水位對 2011 年日本東北地震所激活的時域和頻域中的隨機過程	施○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射性廢棄物地質處置之地震引致廢棄物罐剪力破壞及其水流與傳輸多模式整合架構	余○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Ag-Al-Au 三元系統 450°C 相平衡及 Au-xAg/Al 界面反應	蕭○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
無機吸附劑於國原院貯存之放射性廢液處理應用-第一部分:實驗室測試	蕭○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Radiotherapy enhances CXCR3highCD8+ T cells activation through inducing IFN $\gamma$ -mediated ICAM-1 expression in lung cancer cells	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Application of tomosynthesis for vertebral compression fracture diagnosis and bone healing assessment in fracture liaison services.	陳○○ 曾○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

Virtual monochromatic imaging with projection-based material decomposition algorithm for metal artifacts reduction in photon-counting detector computed tomography	張○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Automated Synthesis of [18F]Flumazenil Application in GABAA Receptor Neuroimaging Availability for Rat Model of Anxiety	樊○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Identification of the Hepatic Metabolites of Flumazenil and their Kinetic Application in Neuroimaging	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
研究多域型電化學感測器精準檢測各向異性分析物：在任意感測位置形成旋轉對稱感測場 High-performance designs of interdigitated capacitive electrodes for molecules evaluation: formation of circularly symmetric sensing fields at arbitrary sensing positions	何○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
利用磁控濺鍍鐵磁/拓撲絕緣體異質結構可提高自旋-軌道轉換效率 Spin-torque efficiency enhanced in sputtered topological insulator by interface engineering	庫○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
新型陽極變色材料應用儲能電致變色玻璃 New anodic discoloration materials applying energy-storage electrochromic device	陳○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
運用阿諾舌尖形狀偵測局部量子相位研究 Detecting quantum phase localization using Arnold tongue	Md. ○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫
量產型有機金屬化學氣相沉積法研製自組式砷化銦量子點之特性研究 Self-assembled InAs quantum dots grown using mass-production metalorganic	蔡○○	2023	D	原子能系統工程跨域整合發展計畫

chemical vapor deposition				
運用捕獲螢光光譜分析金摻雜銀量子點 應用於導光玻璃研究 Self-Trapped, Thermally Equilibrated Delayed Fluorescence Enables Low Reabsorption Luminescent Solar Concentrators Based on Gold-Doped Silver Nanoclusters	Russel ○ ○	2023	D	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
在室內光照條件下使用膠態高分子電解 質鋰電池提高太陽能產氫能力 Enhancing Solar-to-Hydrogen Production Using Gel Polymer Electrolyte Lithium Batteries under Indoor Light Conditions	薛○○	2023	D	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
并矢格林函數方法探討在多層拓撲絕緣 體球存在下之電偶極-電偶極相互作用 The Dyadic Green's Function Method for Investigating Electric Dipole-Electric Dipole Interactions in the Presence of Multilayer Topological Insulator Spheres	謝○○	2023	D	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
磁性薄膜霍爾磁阻中的磁旋子與缺陷耦 合效應 Investigation of the Influence of Skyrmion- Defect Interactions on Thin-Film Hall Magnetoresistance	何○○	2023	D	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
一種 X 光照技術應用於無需形成程序之 新穎二氧化鈣電阻式記憶體元件	張○○	2023	E	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
半導體技術於骨質疏鬆檢測應用之研究	王○○	2023	E	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
光波導壓力感測技術於長照之應用	陳○○	2023	E	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
膠固態電解質鋰電池的組裝方法改良 The Assembling Method for Improving Gel Polymer Electrolyte Lithium Batteries	劉○○	2023	F	原子能系統工程跨 域整合發展計畫
無負極 NMC811 膠態高分子電解質鋰電 池複合集電層開發	薛○○	2023	F	原子能系統工程跨 域整合發展計畫

The composite current collector for anodeless NMC811 gel polymer electrolyte lithium batteries				
中子照相檢測技術發展及其在銲接領域的應用	鄭○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Fast-Neutrons-Induced Single Event Upsets of 65 nm SRAM Tested by Using NARI's Neutron Sources	李○○	2023	E	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：文獻類別分成 A 國內一般期刊、B 國內重要期刊、C 國外一般期刊、D 國外重要期刊、E 國內研討會、F 國際研討會、G 國內專書論文、H 國際專書論文；成果歸屬請填細部計畫名稱。

### 【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
除役熱流與劑量分析團隊	原能所、輻防所	A	A	2023	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射性廢棄物盛裝容器開發團隊	工程所、機械所	A	A	2022	原子能系統工程跨域整合發展計畫
熱室清理與安全運維團隊	材料所、工程所	A	A	2022	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子源團隊	同位素所、物理所、材料所、機械所、輻防所、原能所	A	A	2021	原子能系統工程跨域整合發展計畫
汰換關鍵零組件與導入 PRA 技術	同位素所、原能所	A	A	2021	原子能系統工程跨域整合發展計畫
PCD 安檢雛型系統開發團隊	輻防所、電資所	A	A	2023	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子科技發展及應用研究團隊	同位素所、輻防所	A	A	2023	原子能系統工程跨域整合發展計畫
緊湊型中子源及應用技術	日本、德國、澳洲	C	A	2023	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議；成果歸屬請填細部計畫名稱。

**【C 培育及延攬人才表】**

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
施○○	國立清華大學工程與系統科學系	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
陳○○	國立台灣大學土木工程系結構組	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
高○○	國立中央大學化學工程與材料工程學系	B	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
陳○○	國立清華大學核子工程與科學研究所	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
李○○	國立台灣大學化學工程系	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
褚○○	國立中央大學機械所	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
莊○○	國防大學理工學院機械所	B	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
張○○	國立清華大學生醫工程與環境科學系	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
曾○○	國立中央大學資工所	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
林○○	國立清華大學 核子工程與科學研究所	A	A	原子能系統工程跨域整合發展計畫
黃○○	國立陽明交通大學	B	B	原子能系統工程跨域整合發展計畫
辛○○	國立陽明交通大學	B	B	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 A 參與計畫、B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才；成果歸屬請填細部計畫名稱。

**【D1 研究報告表】**

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	是否被 採納	成果歸屬
核能電廠長期停機廠內水災安全度評估-BWR-4 案例研究	林○○;田○○;邱○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能電廠長期停機廠內火災安全度評估-BWR-4 案例研究	林○○;邱○○;田○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
美國地震風險再評估相關法規及資訊彙整	趙○○;陳○○;莊○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠反應器冷卻水泵轉子卡住事故劑量驗證分析	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

FLEX 個案時序分析評估總結報告	李○○;許○○;林○○;林○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析	許○○;戴○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
以不同版本 RADTRAD 程式進行核三廠大破口冷卻水流失事故劑量分析的差異性評估	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣中油台中廠自用發電設備量化風險評估	邱○○;徐○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣中油永安廠自用發電設備量化風險評估	陳○○;黃○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
將基本事件以分布取樣之方法計算多情境組合之風險指標不確定度區間	李○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
福島事故生物圈及放射性食品造成之體內劑量評估	楊○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子吸收材料研究進展與探討	董○○;邱○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
ASME 法規案例 N-860 研析	廖○○;邱○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠 RELAP5 除役開蓋模式建立與除役過渡階段前期之失水事故分析	戴○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠嚴重事故處理指引(PWROG SAMG Rev.0)與參考廠 (Sequoyah 電廠) SAMG 比對報告	王○○;許○○;王○○;陳○○;黃○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
基礎設施韌性分析方法論之探討-以美國基礎設施韌性規劃框架為例	李○○;陳○○;蔡○○;林○○;陳○○;林○○;王○○;吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核子或放射緊急事故之外的食物中放射性核種曝露	金○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核子事故之環境劑量及體外曝露劑量評估	張○○;沈○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
相位陣列式超音波視察導則	胡○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核一廠中期乾式貯存廠房之耐震(風)能力初步評估—以日本奧陸市中期乾	劉○○;沈○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

式貯存廠房為例				
BWR-6 電廠長期停機緊要安全系統 確認與電廠狀態燈號判定報告	田○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
核三廠除役期間設計基準事故輻射劑 量分析	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
用過核子燃料池熱源計算	林○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
臺灣東部結晶岩環境地球科學特性整 合之探討(第 0 版)	張○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
環境保護：參考動植物的概念與應用	金○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
乾式貯存設施廠房之設計、案例與法 規研析	徐○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
核一廠用過燃料池流固耦合地震分析	沈○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
高空火災安全探討與研究	秦○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
核設施除役清理及放射性廢棄物處理 技術開發與執行-111 年度執行情形分 析	胡○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
不同塑性變形程度之 304L 不銹鋼在 高溫水環境中之應力腐蝕裂縫成長行 為研究	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
以 SASSI 進行邊坡之地震反應分析	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
除役大型物件表面污染容許量標準研 究	黃○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
低放射性可燃廢棄物實驗型焚化爐除 役規劃報告	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
放射性廢棄物第二貯存庫安全分析報 告	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
基於脊椎 X 光影像之超影像解析度提 升之 AI 架構	鄭○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
開發應用於骨質密度檢測之二維雙能 量 X 光成像技術	楊○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫
應用光子計數偵檢器於二維 X 光行李	楊○○	2023	C	原子能系統工程跨域 整合發展計畫

安檢成像技術開發				
雙軸向掃描三維造影應用於脊椎壓迫性骨折診斷之研究報告	曾○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
參加 2022 歐洲核醫年會國際研討會議 (視訊報告)	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
參加 2022 年歐洲核醫年會(視訊報告)	張○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
層析質譜於動脈粥狀硬化分子影像診斷劑(APD、APO)鎂離子螯合物結構鑑定之研究	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射性同位素碘-123 之生產數據與品質控管	江○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
雙標靶腫瘤缺氧診療劑在 BALB/c 小鼠之機制探討與毒性評估	官○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
以 V 模型概念進行核醫藥物無菌製備潔淨室規劃設計	蘇○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
氟-19-alpha-syn-3 通過平行人工膜血腦屏障之評估研究	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
<sup>111</sup> In-DOTA-AAZ-CA9tp 之生物體內輻射安全評估	廖○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
鎰-177 放射性標誌靶向 CHI3L1 單株抗體的體外藥理學研究	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
參加第 23 屆國際放射核種計量與應用會議出國報告	鍾○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
高溫乾熱滅菌設備之驗證確效	翁○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能研究所 70MeV 迴旋加速器建置研究計畫之推動歷程回顧	樊○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
高效能液相層析儀 (Agilent 1260 Infinity)之驗證確效	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
市售鳳梨酵素產品之酵素活性分析	蔡○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年度同位素應用組環安業務報告	葉○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
DOTA-AAZ-CA9tp 之 non-GLP 單	官○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

一劑量毒性預試驗				
核研動脈粥狀硬化造影劑 APD 之放射標誌研究	唐○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
無菌製備藥物產線之 PIC/S GMP 稽查檢討與法規增修衝擊	黃○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
氯化鎵[鎵-67]原料藥主檔案建立經驗	周○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
腦神經退化造影劑 $\alpha$ -syn-4 前驅物合成研究	施○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
冷凍乾燥技術之製藥應用與開發要素	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
藥品倉儲管理 PIC/S GMP 合規性之初步探討	彭○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
銦-89 標誌抗體之自動合成盒設計與測試報告	羅○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能研究所採購之 Best 70p 迴旋加速器與廠館介面報告	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
BEST 70p 迴旋加速器設計規格與國際驗收經驗	楊○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核研馬格銻腎功能造影劑 運銷法規、品保計畫與標準作業程序	李○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
沙門氏桿菌的檢驗於藥廠原物料品管分析之應用	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
藥品安全性監視計畫管制程序	夏○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
052 館 核醫製藥中心冰水主機冷卻水塔之更新	鄒○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
動脈粥狀硬化分子影像診斷劑 APD 藥物代謝研究	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
熔點測定儀(Mettler-Toledo MP70)之驗證確效	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
上市藥品安全監視規範簡介	施○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
膠囊靶於 70MeV 加速器研製放射性同位素鈾-225 之評估	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

自動液劑處理系統驗證作業	盧○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
雙官能基有機配位子 MTTA 之合成與鑑定	劉○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
雙功能螯合劑 di-Boc-NOTA-Bz 之合成改良	李○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
巴金森症診斷用核醫藥物之非放射性標準品製備方法與製造標準書	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
$\beta$ 澱粉樣蛋白斑塊造影劑非放射性標準品之合成與鑑定	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
島津高效能液相層析儀 Nexera 操作手冊	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
鋰鈷氧化物正極薄膜之退火製程研究	黎○○;吳○○; 蔡○○;王○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
赴美參加 2022 年全球百大科技研發獎頒獎典禮及參訪加州知名大學出國報告	陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
藉由脈衝電弧方式製作白金顆粒量子電容	葉○○;王○○; 蔡○○;黎○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
3 公斤級溶劑型膠固態電解質軟包相關成膜測試	薛○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
梯度算法對量子機器學習的影響	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
運用射頻磁控濺鍍不同接觸角之研究探討	劉○○;楊○○; 陳○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
改良膠固態電解質鋰電池中之組裝方法	劉○○;黎○○; 王○○;蔡○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
R&D 100 全球百大科技研發獎競賽分析策略	柯○○;陳○○; 吳○○;謝○○; 洪○○;李○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
非拓印高分子之合成	蘇○○;王○○; 陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
光電元件金屬-半導體接觸特性之研究	李○○;楊○○; 林○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
具快充快放特性的新型正負極電極片測試報告	劉○○;王○○; 蔡○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

有機金屬化學氣相沉積法研製自組式砷化銦量子點	蔡○○;方○○; 林○○;吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
全固態鋰電池界面問題探討	詹○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
應用於全固態鋰離子電池之固態電解質薄膜製程研究	黎○○;王○○; 蔡○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子軟錯誤率自動量測系統簡介	王○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
氣溶膠沉積法製備陶瓷薄膜的影響因素和優化策略	吳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
磁性元件樣本中的霍爾磁阻偏移現象與缺陷結構之關聯性探討	何○○;李○○; 楊○○;林○○; 吳○○;陳○○; 陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
退火條件對半導體電極之影響	林○○;李○○; 楊○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
軟錯誤率自動測試設備之初步實驗結果	李○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
製作與探討固態電解質鋰鎳鉛氧化物	劉○○;郭○○; 楊○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
高密度電漿聚焦裝置電極模擬優化研究	翁○○;張○○; 蘇○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
骨質疏鬆檢測晶片醫療法規探討	黃○○;陳○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫
3D 列印技術應用於磁約束加速前期評估	郭○○	2023	C	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；成果歸屬請填細部計畫名稱。

#### 【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位	成果歸屬
2023 核後端論壇暨技術研討會	A	20231012	國家原子能科技研究院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
第四屆亞洲超導與低溫加速器學校 (The 4th Asian School on Superconductivity and Cryogenics for Accelerators)	A	20230213	Korea Univerty/KEK/Ministry of Science and ICT	原子能系統工程跨域整合發展計畫

111 年度原子能科技學術合作研究計畫成果發表會	A	20230609	原子能委員會	原子能系統工程跨域整合發展計畫
原能會/核研所 111 年委託研究計畫成果發表會	A	20230524	原子能委員會 核能研究所	原子能系統工程跨域整合發展計畫
2023 極端事件地質紀錄研討會	A	20230302	台灣大學地質系與海科所共同舉辦	原子能系統工程跨域整合發展計畫
第 34 屆國際醫療創新與技術醫學會年會(iSMIT 2023)	B	20231019 ~ 20231021	SMIT IRCAD	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子年會	A	20231103 ~ 20231105	台灣中子科學學會	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會；成果歸屬請填細部計畫名稱。

### 【G 智慧財產資料表】

智財名稱	智財類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)	成果歸屬
圍阻體與核反應器耦合分析方法	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
可替換拆解機具及夾持工具的水下裝置	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
拆解複雜結構之水下裝置	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
沸水式反應器控制棒葉片暨燃料匣切斷機具	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
分離式輻射檢測箱	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射源鉛貯容器及其使用方法	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
移動式斷層合成造影儀器 (TW112113906)	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Calculation Method For A Dual-energy X-ray Imaging System (US11693146B2)	A	美國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
[氟-18]FEONM 之非毒化物反應程序	A	中華民國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
造影劑前驅物的製造方法 (18/099,188)	A	美國	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫

複合物、造影劑及治療與 CXCR4 接受體相關疾病的用途	A	日本	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
感測電極及使用此感測電極感測介電異向性分子的方法	A	A	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
固態鋰電池	A	A	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
固態鋰電池	A	B	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
成長於基板兩側的多接面太陽能電池結構及其製作方法	A	B	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
具有準週期性碎形拓樸結構的微型繞射光學元件	A	A	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫
垂直式疊加結構量子偵測器	A	A	申請中	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：智財類別分成 A 發明專利、B 新型/設計專利、C 商標、D 專書著作、E 品種；成果歸屬請填細部計畫名稱。

#### 【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位	成果歸屬
核三廠除役階段燃料吊運事故之大氣擴散因子分析計算書	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠除役階段不同機組間大氣擴散因子分析之計算書	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
UMS 密封鋼桶於 316/316L 材料的結構評估	A	沈○○; 周○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
以混合法評估核電廠設備地震易損性曲線	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠 2 號機用過核子燃料衰變熱功率計算	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠除役階段 EAB 與 LPZ 大氣擴散因子分析之計算書	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核一廠除役開蓋階段 RELAP5 模式相關熱流參數之計算	A	林○○; 許○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

非破壞檢測過程自動化案例研析	A	張○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠調壓槽安全閥或釋壓閥誤開暫態分析與計算	A	王○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠 Locked Rotor 燃料性能分析計算書	A	許○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
地震前端樹分析程式 SEISMIC 使用手冊	A	邱○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
工程組輻射防護業務外部檢查作業程序書(版本 02)	A	江○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 爐體拆解廢棄物運送測試報告	A	秦○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核設施除役計畫與廢棄物管理之研析	A	張○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
溼式切割工作站暨相關設備程序書	A	邱○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年工程組輻防管理作業報告	A	江○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年 012 館及 074 館建築物構造及 TRR 爐體廢棄物現況變位檢核測量評估	A	賴○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核設施拆除及除污清理勞務外包採購與履約管理程序書	A	劉○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
乾式切割站作業程序書	A	洪○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 爐體廢棄物生物屏蔽體拆解作業程序書	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
建築物室內裝修管理辦法在核能研究所之適用性	A	劉○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
英國應用廢棄物包裝規範於屏蔽廢棄物包件的導則研析	A	帥○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
水下切割整合工作平台與相關機具建置報告	A	高○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

TRR 爐體生物屏蔽體混凝土廢棄物外釋作業規劃書	A	李○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
工程組核設施除役計畫品質保證報告(2022)	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核設施爐體及高活度爐內組件水平分解取出技術建立	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年度台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫執行報告	A	張○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能研究所放射性廢棄物數量及型態評估報告 112 年版	A	賴○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
水下圓盤鋸切割及廢棄物包裝測試程序	A	葉○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
「015W 館貯存孔區清除工程委託設計及監造技術服務」因承攬商未設置足額監造導致履約爭議之結案報告	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
012 館廢樹脂及 DSP 高劑量貯存孔暫貯期間安全管理規劃報告	A	吳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書(112 年版)	A	李○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年度 TRR 乾貯場清除廢棄物量測整檢執行報告	A	鍾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
微功率反應器(ZPRL)設施除役計畫書(112 年版)	A	徐○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年度微功率反應器(ZPRL)設施除役計畫執行報告	A	徐○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能研究所工程組輻射防護作業程序(112 年修訂版)	A	江○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
067 館、075 館低放射性廢棄物貯存設施除役規劃報告	A	鍾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
高活度廢棄物地下貯存庫(015D)除役計畫書	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
可燃性廢棄物貯存庫(015F)除役完成報告	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

化工組 016 館輻射防護作業程序	A	郭○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射性廢棄物第一貯存庫除役規劃報告	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
熱室 95 廢棄物清理作業程序書	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
BISON 燃料行為分析程式所用更新後氫化物成核-生長-溶解模型簡介	A	張○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
熱室 91 檯面安定化設備清理作業程序書	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
020 館核子原(燃)料貯存設施十年再評估報告	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
017 館污染金屬熔鑄廠作業危害辨識與風險評估報告	A	謝○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
赴日本 NFD 進行熱室管理與除污經驗交流出國報告	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
放射性污染金屬廢棄物循環再利用分析	A	曾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
最終處置地表設施概念設計之規劃	A	黃○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
本島結晶岩區熱力作用下之處置設施最佳化配置	A	謝○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
寶來地熱區野外地質初步調查	A	鍾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
處置設施開挖運轉期之地下水位面洩降參考演化分析	A	童○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
PFLOTRANT 程式之溶質傳輸模擬	A	童○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
受水文地質與設計參數影響之廢棄物罐腐蝕深度統計分析	A	洪○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
水文材料水化學反應模型初步研究	A	鍾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

裂隙摩擦力模型建立暨緩衝材料化學侵蝕影響研究	A	邱○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
容器使用規畫與開發及水下帶鋸機附屬設備開發報告	A	程○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
金山電廠新燃料廠房用過核子燃料乾式貯存設施之設計及建造	A	吳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 上生物屏蔽 B、C、D 層切割規畫與執行	A	程○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核能電廠除役拆除與廢棄物追蹤管理技術建立-燃料池高活度廢棄物清理技術資料彙整分析報告	A	彭○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
低微污染廢土地下暫存設施運轉技術規範	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
低放射性可燃廢棄物實驗型焚化爐除役規劃報告	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
電漿熔融爐拆除作業程序書	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
灰渣安定化及安全貯存之研析	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
參加第 49 屆廢棄物管理研討會 (Waste Management Symposium 2023) 出國報告	A	廖○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
(112 年) 焚化爐運轉作業程序書 (112 年 7 月版修訂版)	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
015D 地下庫 1、2 號容廢棄物整檢作業程序書(112 年 4 月修訂版)	A	吳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
015D 地下庫圓形井廢棄物整檢作業程序書	A	吳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
044 館 TRR 廢樹脂安定化設備運轉測試報告	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
混凝土輻射量測系統設計	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
012 館建置 TRR 廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

TRR 廢樹脂安定化品質測試程序書	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 廢油泥安定化方法評估	A	陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 廢樹脂安定化作業程序書	A	鍾○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
012 館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫管理系統操作說明書	A	王○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
TRR 廢離子交換樹脂安定化測試計畫	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
111 年度一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能力試驗總結報告	A	林○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
低微污染廢土地下暫存設施(066庫)除役規劃報告	A	周○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
表面污染金屬放射性廢物自動化學除污設備的設計與應用	A	沈○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
量子效率量測系統操作手冊	A	施○○;黃○○;陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
拉擠成型塗佈機操作手冊	A	葉○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
血清 CTx-I 分子酵素免疫分析操作手冊	A	王○○;蘇○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
中子照相設備安裝及測試	A	許○○;鄭○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
電弧電漿特製化系統鍍製大面積三氧化鎢薄膜機台操作手冊	A	郭○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
鋰鎳鍍氧化物共鍍系統操作手冊	A	劉○○;楊○○;吳○○;陳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
滾筒式狹縫塗佈機技術手冊	A	吳○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫
軟錯誤率自動測試設備之初步實驗結果	A	李○○	2023	國原院	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法；成果歸屬請填細部計畫名稱。

**【12.參與技術活動】**

技術活動名稱	參與活動項目名稱	屬性	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位	成果歸屬
美國電力研究院(EPRI) RSM 計畫(Risk and Safety Management Program) 研討會	美國電力研究院 (EPRI) RSM 計畫 (Risk and Safety Management Program)研討會	A	A	20230320	台電公司	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
Used Fuel Management Conference 用過核子燃料管理研討會 2023	Used Fuel Management Conference 用過核子燃料管理研討會 2023	A	B	20230424	美國 NEI	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
台灣太空輻射環境驗測聯盟合作協議簽署儀式	台灣太空輻射環境驗測聯盟合作協議簽署並提供太空電子元件輻射驗測之需求。	C	A	20230328	國家太空中心/國科會	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
2023 核醫藥物與分子影像發展應用研討會	全身性血管發炎與阻塞的診斷利器-動脈粥狀硬化造影劑	A	A	20230722	核能研究所	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
2023 台灣物理年會	發表「A Novel Forming-Free Technology by X-ray Irradiation for HfO <sub>2</sub> -based Resistive Random Access Memory」論文	A	A	20230116 ~20230118	成功大學	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
RADHARD 2023	Radiation Hardness Assurance SESSION	A	B	20230606 ~20230607	Seibersdorf Laboratories	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫
2023 年第十屆全人健康促進學術研討會	發表「半導體技術於骨質疏鬆檢測應用之研究」和「光波導壓力感測技術於長照之應	A	A	20230816	新生醫護專科管理學校	原子能系統 工程跨域整 合發展計畫

	用」論文					
2023 中子年會	發表「Fast-Neutrons-Induced Single Event Upsets of 65 nm SRAM Tested by Using NARI's Neutron Sources」論文	A	A	20231103 ~20231105	台灣中子科學學會	原子能系統工程跨域整合發展計畫
Taiwan Association for Coating and Thin Film Technology (TACT2023)	發表「膠固態電解質鋰電池的組裝方法改良」和「無負極 NMC811 膠態高分子電解質鋰電池複合集電層開發」論文	A	A	20231112 ~20231115	台灣鍍膜科技協會	原子能系統工程跨域整合發展計畫
台灣銲接協會 112 年年會暨論文發表會	發表「中子照相檢測技術發展及其在銲接領域的應用」論文	A	A	20231110	台灣銲接協會	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：屬性分成 A 技術研討會、B 競賽活動、C 技術說明會或推廣活動、D 其他；成果歸屬請填細部計畫名稱。性質分成 A 國內技術活動、B 國際技術活動

#### 【J1 技術移轉及智財授權表】

技術或智財名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	授權金(千元)	成果歸屬
核研多巴胺轉運體造影劑技術文件、專利暨藥品許可證讓與合約增補協議書	D	國原院	藥商台灣新吉美碩公司	統計至 112 年 5 月回饋金收入 1,869 千元	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：類別分成 A 先期技術移轉、B 軟體/自由軟體授權、C 技術移轉、D 專利授權、E 商標授權、F 品種權授權、G 著作/出版品授權、H 其他項目授權(請述明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

#### 【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	服務收入(千元)	成果歸屬
核一廠用過燃料完整性評估與檢驗計畫研發案	A	台○公司	1,289	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠一、二號機週期二十八控制棒中子累積劑量分析	A	台○公司	480	原子能系統工程跨域整合發展計畫

核二廠及核三廠因應超越設計基準事故之 NEI 12-06 FLEX 策略評估與驗證	A	台○公司	6,045	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠緊急運轉程序/嚴重事故處理指引進版技術服務案	A	台○公司	9,211	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核電廠爐心填換分析驗證與用過核子燃料營運相關技術發展	A	台○公司	3,900	原子能系統工程跨域整合發展計畫
運轉中核能電廠地震安全度評估模式標準化	A	台○公司	10,000	原子能系統工程跨域整合發展計畫
建立核一、二、三廠主控室適居性方案技術服務	A	台○公司	15,186	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠圍阻體再循環集水池濾網改善案－爐心阻塞比對初步評估	A	台○公司	2,370	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠維護法規排程與風險管理應用	A	台○公司	2,131	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠維護法規排程與風險管理應用	A	台○公司	2,152	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠除役階段安全分析	A	台○公司	1,911	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠嚴重事故處理指引進版	A	台○公司	10,850	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核三廠填換爐心暫態安全分析獨立驗證與技術精進	A	台○公司	1,318	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠上燃料池結構完整性評估工作	A	台○公司	1,881	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核一廠用過核子燃料完整性評估與檢驗計畫研發案	A	台○公司	8,595	原子能系統工程跨域整合發展計畫

核能電廠除役拆除與廢棄物追蹤管理技術建立	A	台○公司	5,608	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核一廠用過核子燃料乾式貯存設施採購帶安裝案(第 16 次契變)	A	台○公司	22,668	原子能系統工程跨域整合發展計畫
核二廠及核三廠用過核子燃料室內乾式貯存作業前燃料完整性評估與檢驗計畫技術服務案	A	台○公司	5,306	原子能系統工程跨域整合發展計畫
用過核子燃料貯存之長期穩定性監測與行為研究(II)	A	台○公司	1,672	原子能系統工程跨域整合發展計畫
擬單能中子源靶站技術服務之中子照射耐輻射測試	A	國內龍頭半導體廠	1,000	原子能系統工程跨域整合發展計畫
穩定提供核醫藥物	A	藥商與國內有需求之醫院	90,142	原子能系統工程跨域整合發展計畫
「X 光數位平板感測器靜態與動態造影測試」	A	睿○○股份有限公司	80	原子能系統工程跨域整合發展計畫
運用人工智慧輔助動物血管造影以提高斑塊形成的診斷準確率之血管造影	A	國立陽○○通大學	140	原子能系統工程跨域整合發展計畫
磁約束高溫電漿研究	C	國○會	35,857	原子能系統工程跨域整合發展計畫
特殊鈹鎳合金/二硫化鉬製備	A	陽○大學	150	原子能系統工程跨域整合發展計畫
膠固態電解質應用於無陽極極片組裝	A	中○院	288	原子能系統工程跨域整合發展計畫
鋰電池用高分子固態電解質膜	A	中○院	260	原子能系統工程跨域整合發展計畫

註：服務對象類別分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他(請序明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

# 附錄、佐證圖表

## 子項一：核電終期營運安全與用過核子燃料貯存技術發展

### 1.1.1 核能電廠長期停機之風險評估準則研究

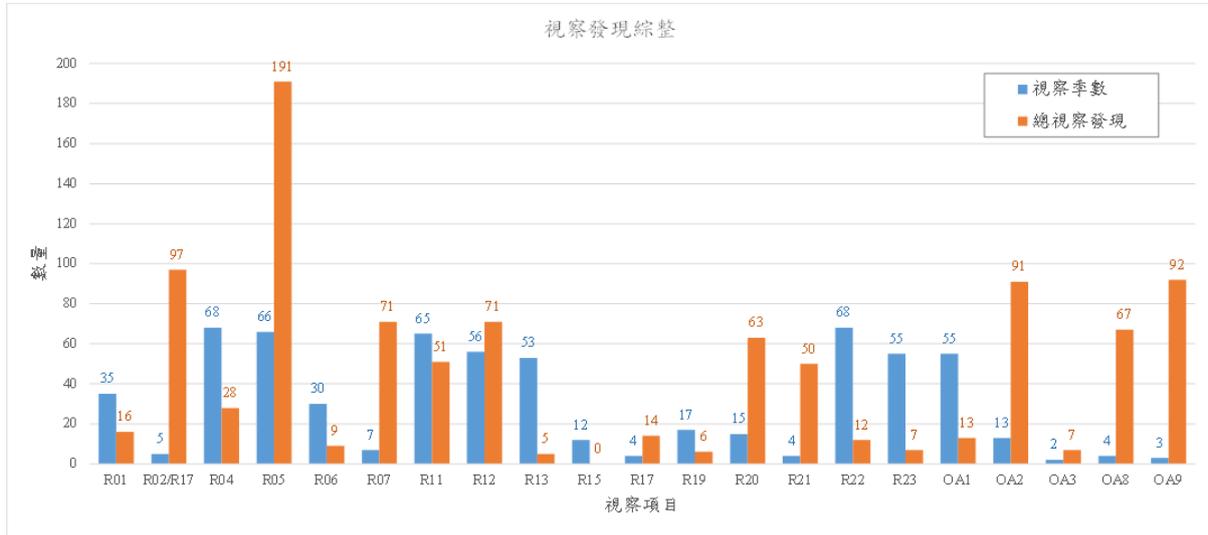


圖 1-1 核二廠視察報告發現綜整

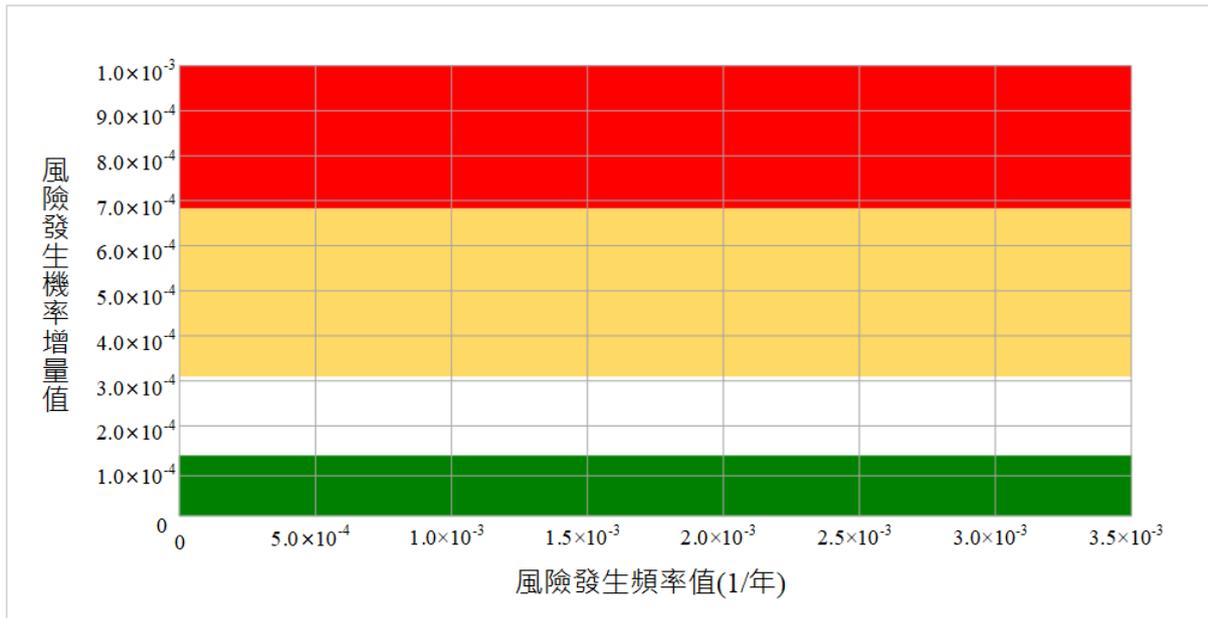


圖 1-2 BWR-6 長期停機風險燈號判定規則

### 1.1.2 核電廠停機期間安全系統與設備放寬或移除之最適條件量化研究

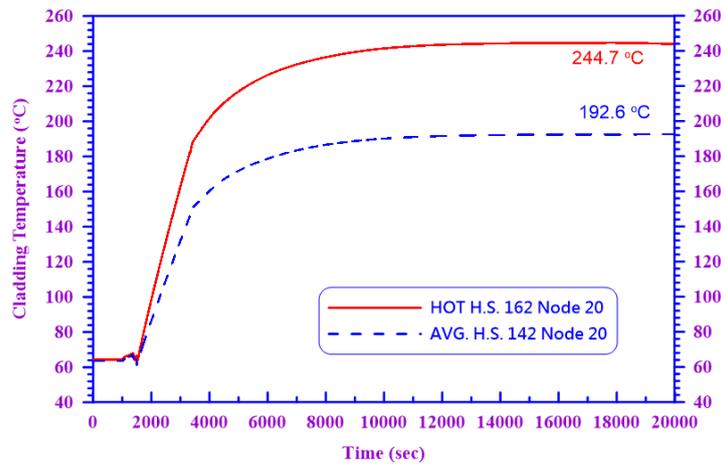


圖 1-3 熱通道及平均通道的軸向最高水溫

### 1.2.1 量化風險評估技術於基礎設施之應用研究

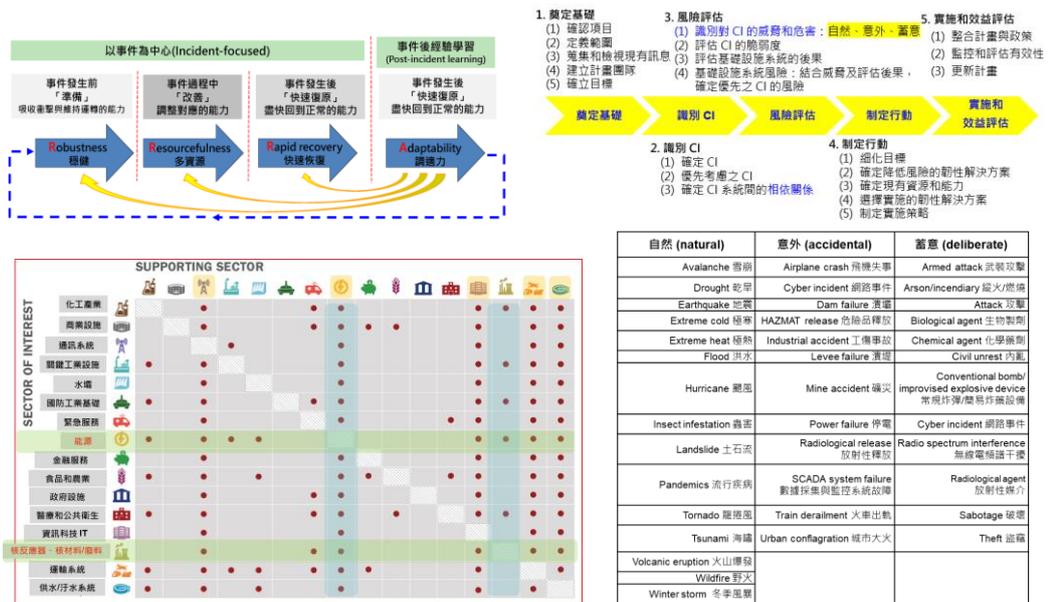


圖 1-4 關鍵基礎設施之韌性評估框架(左上)、核心步驟(右上)、基礎設施相依性評估方法與相依性矩陣(左下)、基礎設施之威脅與危害辨識(右下)

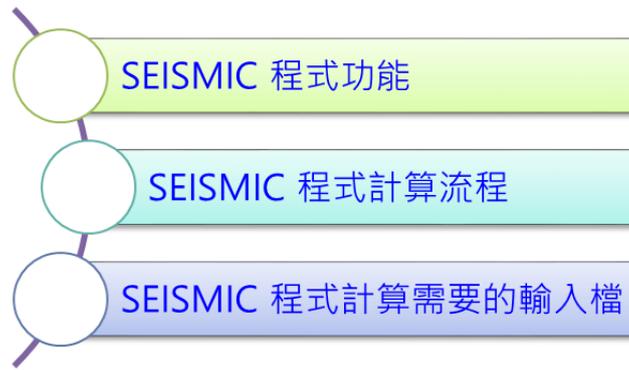


圖 1-5 SEISMIC 軟體地震前端樹分析程式使用手冊報告

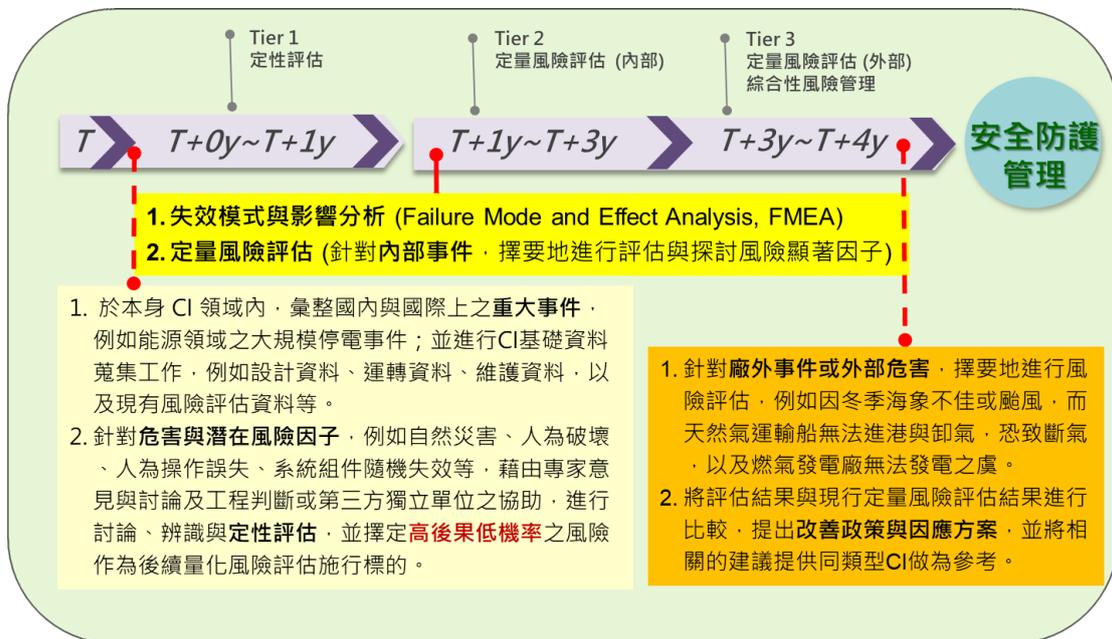


圖 1-6 一級能源 CI 量化風險評估之推動期程建議

## 1.2.2 輻射防護與環境安全評估技術研究

### 貢獻

延續輻射防護與環境安全評估技術，延伸至生物圈及環境劑量評估應用，持續精進劑量評估技術量能

### 劑量評估系統之精進

原系統僅能評估成人劑量，結合保物組既有劑量評估系統，將評估族群擴大為幼兒至成人，共9個年齡階層，並加入生物圈關鍵動物(牛、羊、獼猴等)的劑量轉換係數，可評估範圍顯著增加，並且新增周圍環境劑量相關參數，同時參考福島事件之排放情節，精進劑量評估系統，可提供含生物圈之可視化劑量結果

- 精進劑量評估系統之轉換係數

已完成輻射防護劑量轉換係數相關研究；包含不同年齡群、土壤、污染空氣、污染源及相關動物之體外轉換係數

- 精進劑量評估系統之射源項

研析車諾比事故及福島事故周圍環境之總活度、土壤活度、大氣活度、雨水活度及污染食品等，可供射源項使用

- 與國際文獻比對研究

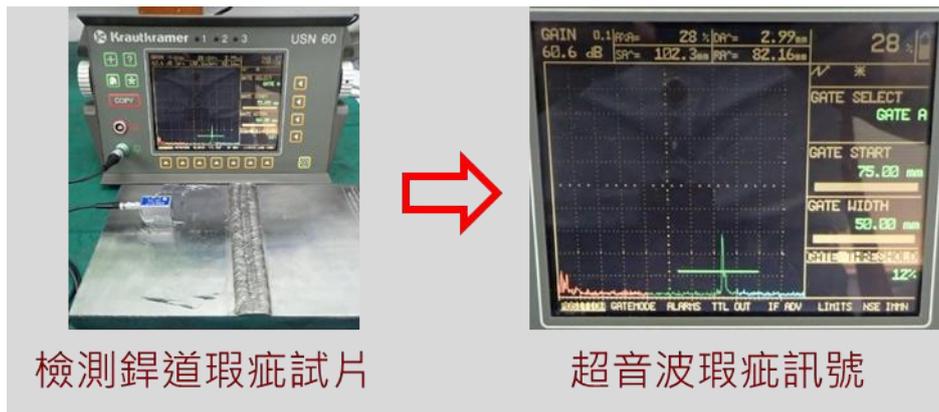
研析福島事件之排放情節(假設發生於本島核電廠)之環境劑量影響，以發展本所體外曝露劑量評估技術

### 持續滾動精進本所之劑量評估系統 提供含生物圈之可視化結果



圖 1-7 輻射防護與環境安全評估技術研究

## 1.3.1 用過核子燃料池組件安全評估及水下檢驗技術開發



檢測鐳道瑕疵試片

超音波瑕疵訊號

圖 1-8 陣列式超音波檢測技術測試訊號



圖 1-9 中子吸收材料劣化模擬試驗研究

### 1.3.2 用過燃料池與中期貯存設施結構完整性評估研究及擴展能源基礎設施之應用

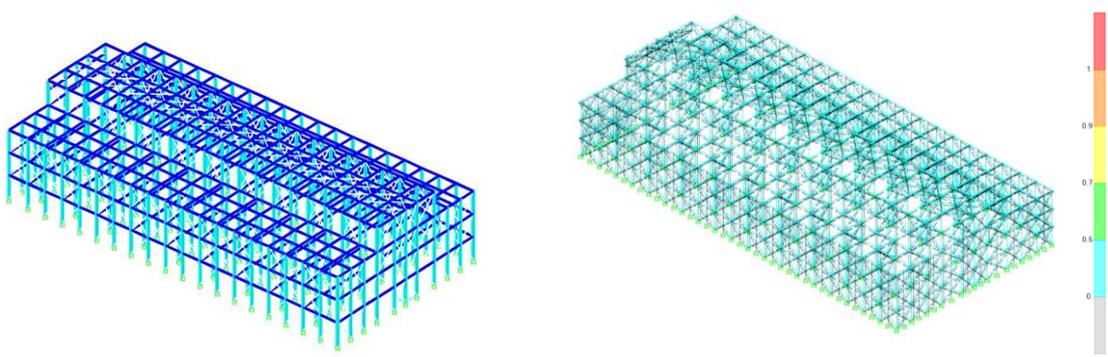


圖 1-10 室內乾貯廠房結構耐震分析研究

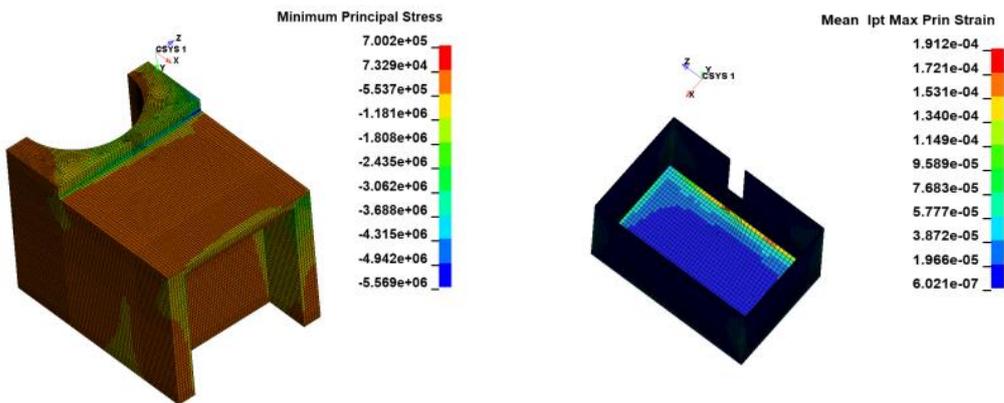
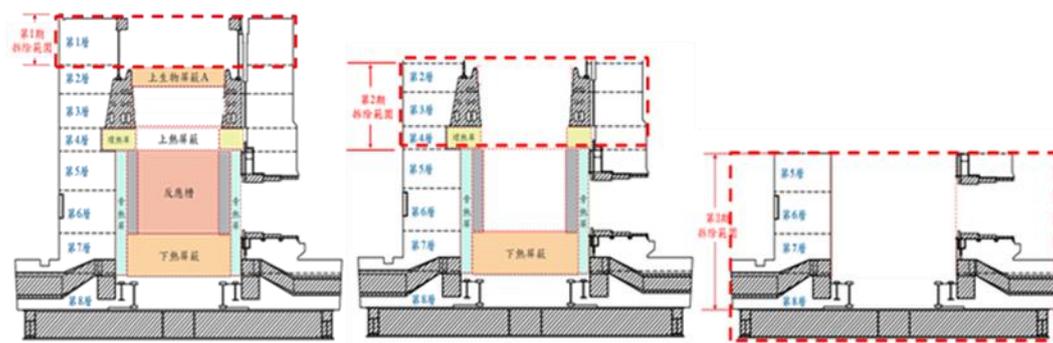


圖 1-11 用過燃料池流固耦合地震分析研究

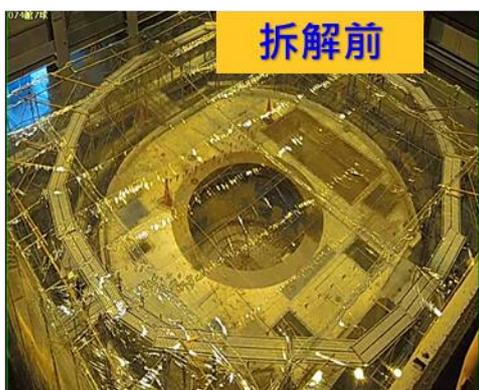
子項二：核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行



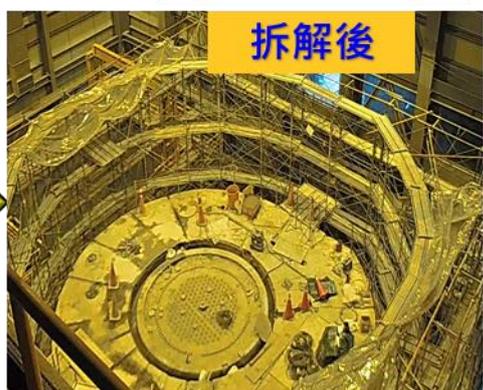
第一期拆解

第二期拆解

第三期拆解



拆解前



拆解後



偵檢分類

取樣分析



等待外釋暫存

圖 2-1 完成 TRR 生物屏蔽體第一期拆解工程



圖 2-2 完成 TRR 內部組件反應槽軸向切割機具製作



圖 2-3 廢棄物量測整檢作業



圖 2-4 廢棄物量測整檢作業



圖 2-5 015D 高活度廢棄物地下貯存庫 3.9 號窖除役清理



塑膠袋裝廢棄物

其他廢棄物

圖 2-6 015D 高活度廢棄物地下貯存庫 1 號窖除役清理

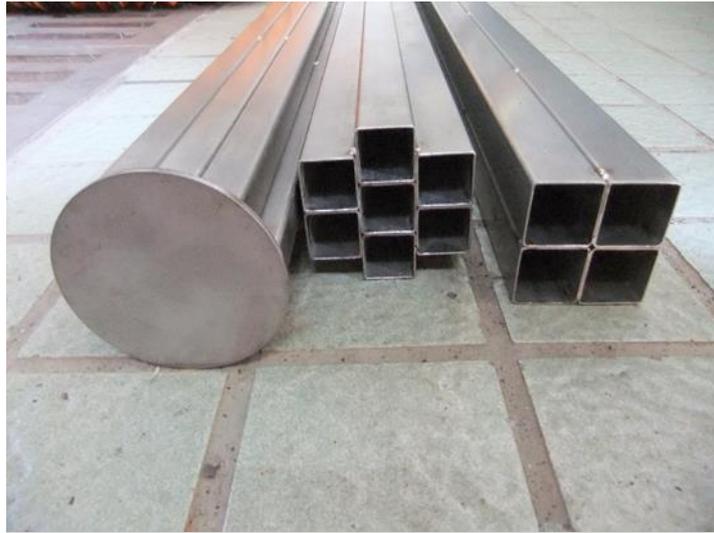


圖 2-7 TRR UO<sub>2</sub> 封裝容器

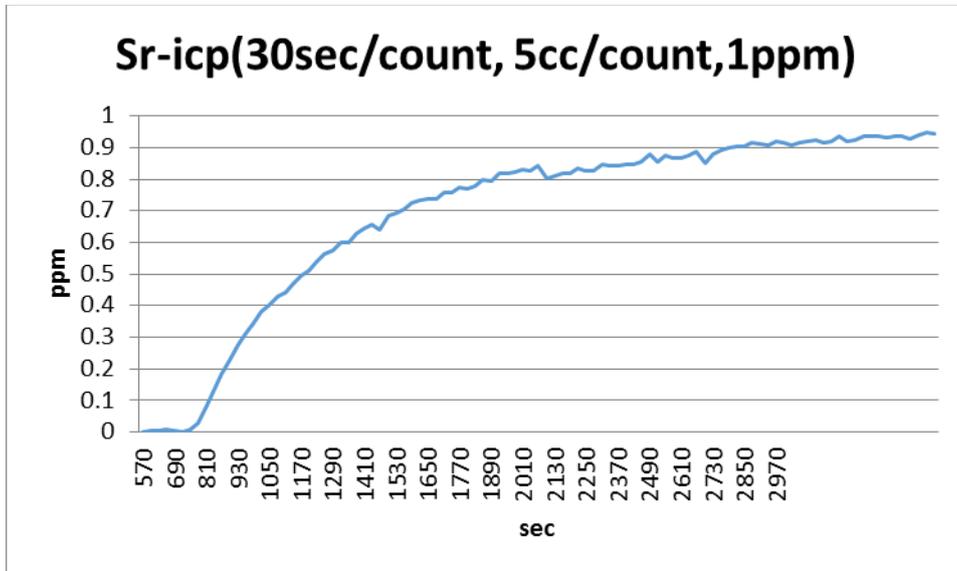


圖 2-8 吸附試驗穿越曲線圖

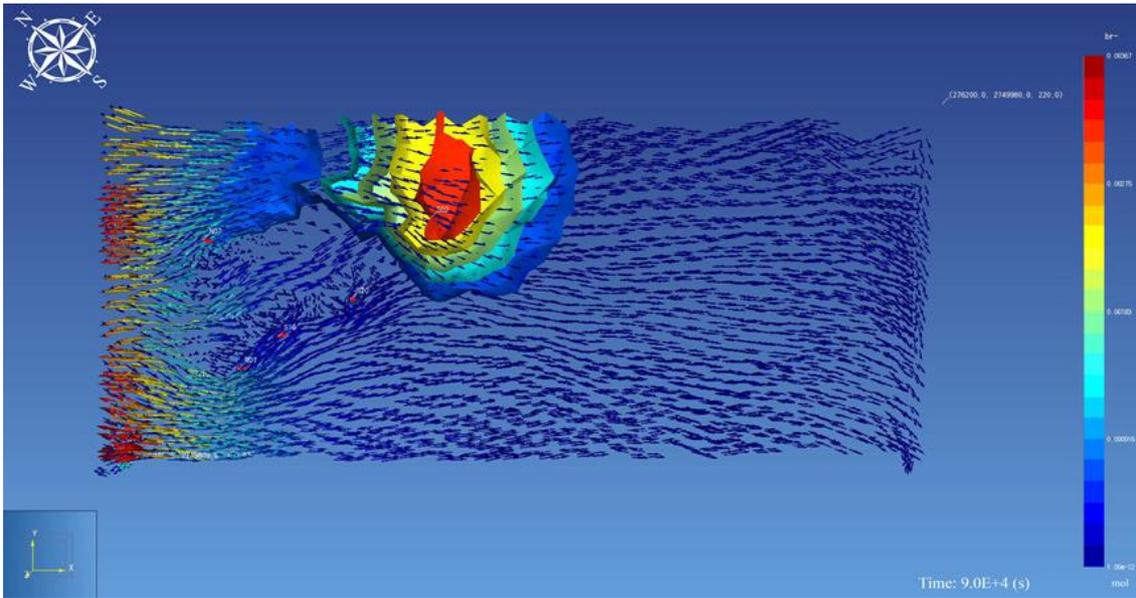


圖 2-9 全域模型溶質傳輸模擬結果



圖 2-10 完成驗收之 C1 容器



圖 2-11 完成驗收之 C2 容器



圖 2-12 完成驗收之 C2 容器裝載用提籃



**小產源有機廢液**  
**1.來源及成分複雜**  
 (各研究單位、醫療運所、學校)  
**2.性質不均**  
 (分層:水相層、乳化層、油相層)

完成小產源有機廢液降解處理設備建置測試，並完成小產源有機廢液降解處理量達**1公秉**。

圖 2-13 小產源有機廢液處理

**轉化程序**

試驗結果：反應溫度300°C · NH<sub>3</sub>出口濃度<5ppm · NO<sub>x</sub><250ppm

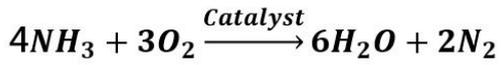
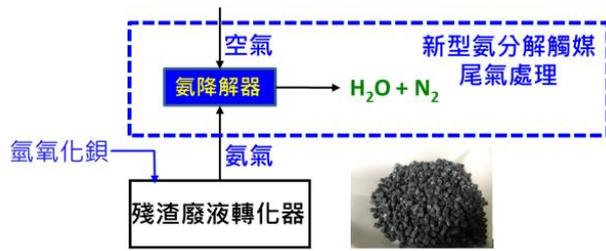


圖 2-14 廢樹脂處理-轉化程序-氨分解觸媒試驗



圖 2-15 2 桶廢油泥取樣分析



圖 2-16 廢油泥模擬物初步安定化測試

Radionuclide	N13.12 <sup>a</sup> (Bq/g)	IAEA <sup>b</sup> (Bq/g)	Radionuclide	N13.12 <sup>a</sup> (Bq/g)	IAEA <sup>b</sup> (Bq/g)
<sup>105</sup> Ag	1	1	<sup>238</sup> Pu	0.1	0.1
<sup>110m</sup> Ag	0.1	0.1	<sup>239</sup> Pu	0.1	0.1
<sup>109</sup> Cd	1	1	<sup>240</sup> Pu	0.1	0.1
<sup>115m</sup> Cd	100	100	<sup>241</sup> Pu	10	10
<sup>114m</sup> In	10	10	<sup>242</sup> Pu	0.1	0.1
<sup>115m</sup> In	100	100	<sup>244</sup> Pu	0.1	0.1
<sup>113</sup> Sn	1	1	<sup>241</sup> Am	0.1	0.1
<sup>125</sup> Sn	10	10	<sup>243</sup> Am	0.1	0.1
<sup>124</sup> Sb	1	1	<sup>242</sup> Cm	10	10
<sup>125</sup> Sb	0.1	0.1	<sup>243</sup> Cm	1	1
<sup>123m</sup> Te	1	1	<sup>244</sup> Cm	1	1
<sup>125m</sup> Te	1,000	1,000	<sup>245</sup> Cm	0.1	0.1
<sup>127m</sup> Te	10	10	<sup>246</sup> Cm	0.1	0.1
<sup>129m</sup> Te	10	10	<sup>247</sup> Cm	0.1	0.1
<sup>125</sup> I	100	100	<sup>248</sup> Cm	0.1	0.1
<sup>129</sup> I <sup>c</sup>	0.1	0.01	<sup>249</sup> Bk	100	100
<sup>131</sup> I	10	10	<sup>248</sup> Cf	1	1
<sup>134</sup> Cs	0.1	0.1	<sup>249</sup> Cf	0.1	0.1
<sup>135</sup> Cs	100	100	<sup>250</sup> Cf	1	1
<sup>137</sup> Cs	0.1	0.1	<sup>251</sup> Cf	0.1	0.1
<sup>131</sup> Ba	10	10	<sup>252</sup> Cf	1	1
<sup>140</sup> Ba	1	1	<sup>253</sup> Cf	100	100
<sup>139</sup> Ce	1	1	<sup>254</sup> Cf	1	1
<sup>141</sup> Ce	100	100	<sup>254</sup> Es	0.1	0.1
<sup>144</sup> Ce	10	10			

圖 2-17 ANSI/HPS N13.12 與 IAEA RS-G-1.7 體活度篩選水平比較

表 2-1、IAEA DS500 彙整各國表面比活度解除管制標準

(無條件解除管制情境)

核種	歐盟 RP 101 MIN [Bq/cm <sup>2</sup> ]		德國 StrlSchV [Bq/cm <sup>2</sup> ]	美國 NUREG-1640 [Bq/cm <sup>2</sup> ]	
	未約整	約整	約整	平均	第 95 百分位
H-3	25,000	10,000	100	1,500	700
C-14	770	1,000	100	1,600	1,100
Cl-36	130	100	100	29	7
Fe-55	1,500	1,000	100	110,000	30,000
Co-60	1	1	1	1	0.3
Sr-90	8.5	10	1	83	34
Cs-137	3.7	10	1	3.1	1.0
Eu-154	1.8	1	1	2.3	0.6
U-234	0.49	1	1	3.7	1.2
Pu-242	0.11	0.1	0.1	1.6	0.5
Am-241	0.12	0.1	0.1	1.1	0.3



圖 2-18 完成 015A 館除污間室外水槽修補及輸送抽水泵更換



圖 2-19 完成 10 噸污染金屬處理除污

### 子項三：核子醫藥及材與儀器之應用研究

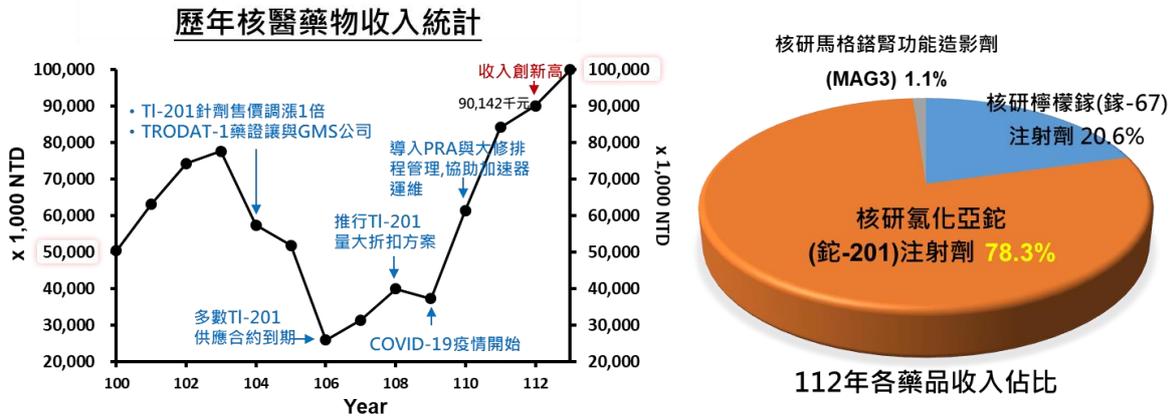


圖 3-1 扮演核醫藥物關鍵供應角色

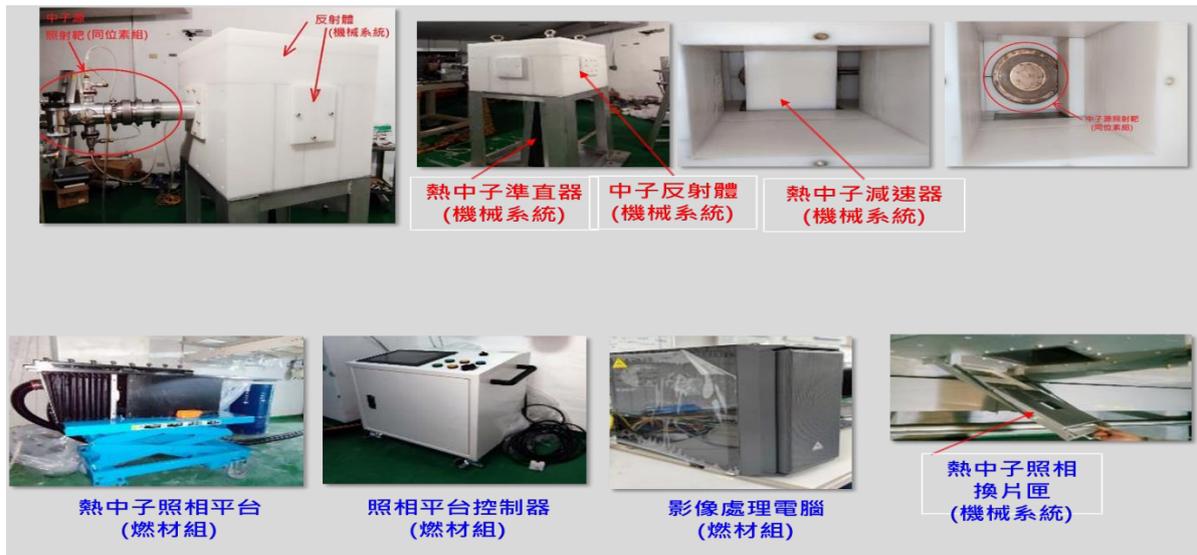


圖 3-2 中子照相及軟錯誤率檢測設備

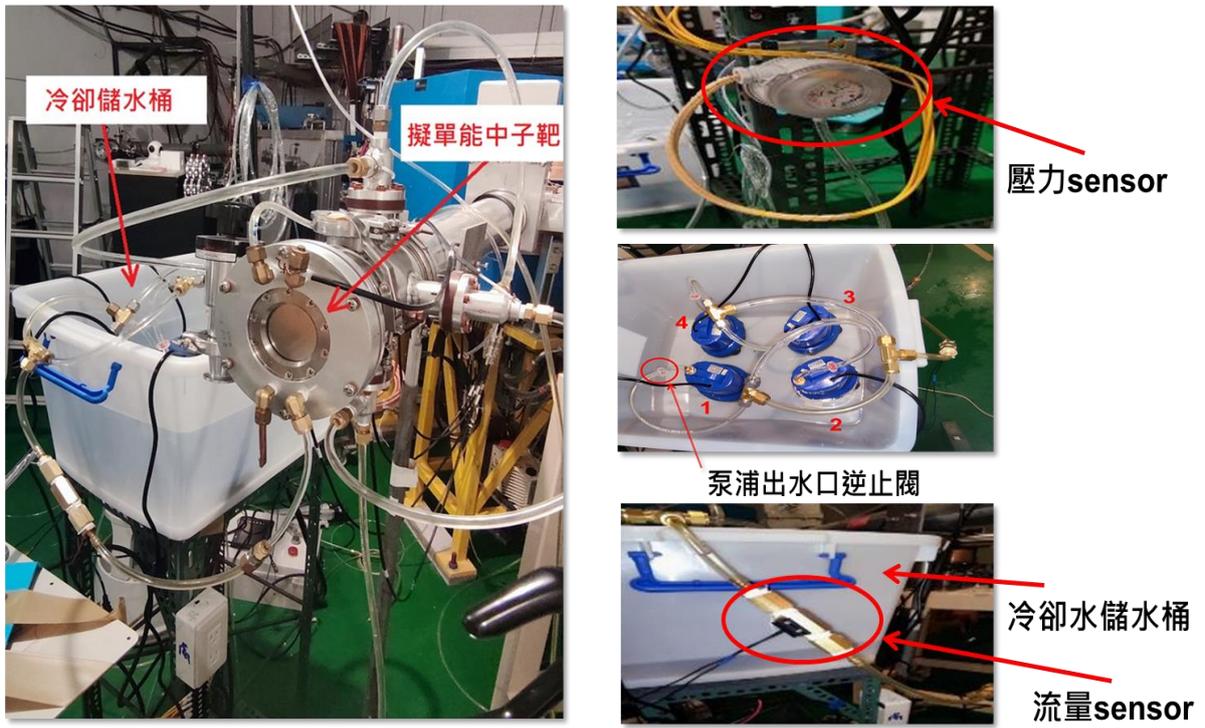
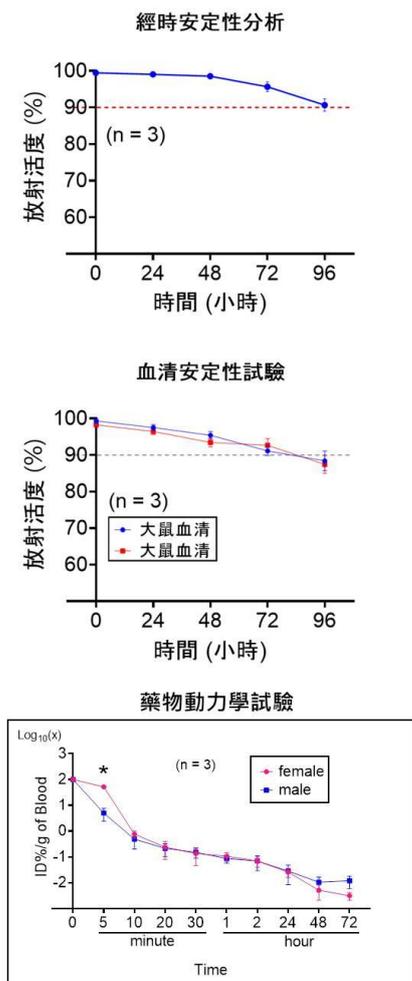


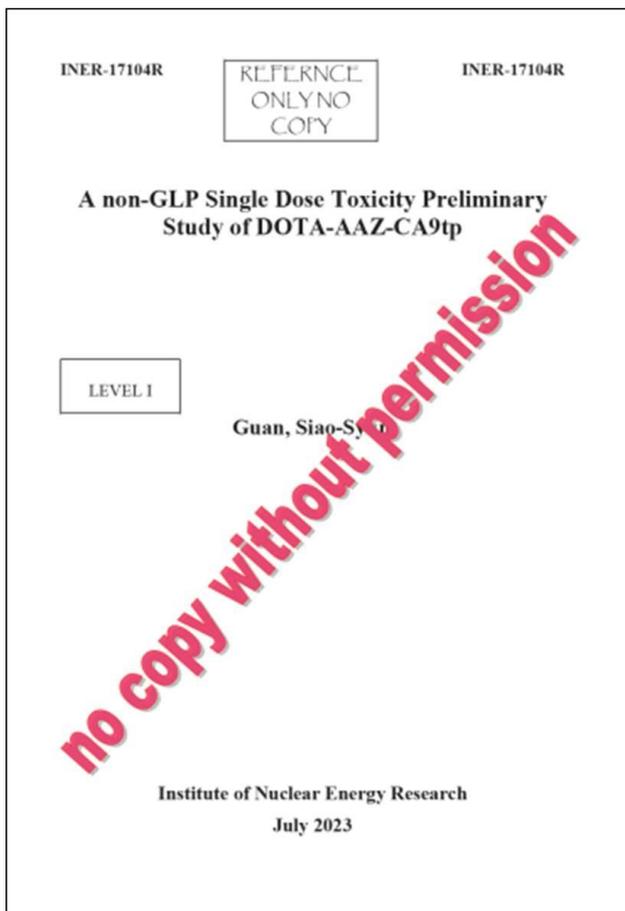
圖 3-3 冷卻水備援系統



圖 3-4 助攻太空產業鏈攜手產官學研組「台灣太空輻射環境驗測聯盟」



毒性預試驗報告



化學、製造與管制文件

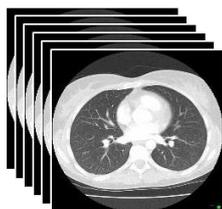
項次	文件名稱
1	CA9P原料化學純度檢驗標準操作程序書
2	CA9P原料分子量檢驗標準操作程序書
3	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑經時安定性試驗程序書
4	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑成品檢驗規格書
5	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑成品中CA9P含量檢驗程序書
6	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑成品放射化學純度檢驗程序書(HPLC)
7	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑成品放射化學純度檢驗程序書(TLC)
8	研究用藥品附加標籤操作程序書
9	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑之長期安定性試驗程序書
10	核研銻-111腫瘤缺氧注射劑之自製原料安定性試驗程序書

圖 3-5 雙標靶腫瘤缺氧造影劑之經時、血清安定性、藥物動力學分析及 10 份 CMC 文件與毒性預試驗報告 1 份。

原料藥項目(相對核醫藥物)	應用動態	AI開發新製程改善情形
瑞德西韋	治療COVID-19重症病患	可較舊製程精簡兩個步驟。
TRODAT-1(Tc-99m-TRODAT-1)	已技轉巴金森症診斷用造影劑	可使用非管制藥品作為製程起始物。
S-Bz-MAG <sub>3</sub> (Tc-99m-MAG <sub>3</sub> )	銷售中腎功能造影劑	可較舊製程縮短工時由40天至15天。
MIBGHS(I-123-MIBG)	核研心交碘I-123注射劑	可較舊製程總產率提昇約20%。
ECD(Tc-99m-ECD)	銷售中腦血流灌注診斷用造影劑	新製程避免使用鈉金屬等物質，確保製程安全，及避免無機物等污染。
TEONM(F-18-FEONM)	研發中阿茲海默症診斷用造影劑	前驅物TEONM及標準品FEONM可在同一製程完成，減少至少四個反應步驟。

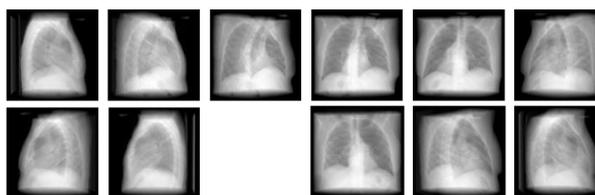
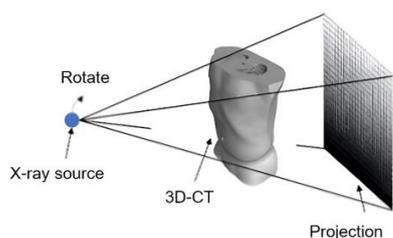
圖 3-6 核研所應用 AI 化學逆合成改善原料藥製程

- 蒐集3D-CT開源影像數據約1000筆，來源為肺部影像資料庫聯盟影像收集(The Lung Image Database Consortium image collection, LIDC-IDRI)。



- 資料來源目的為肺癌檢測和診斷之相關研究，包含標記註釋病變的診斷性和CT影像，本團隊依需求只針對CT影像數據進行收集，其CT影像格式為不同切面數量的DICOM影像檔。

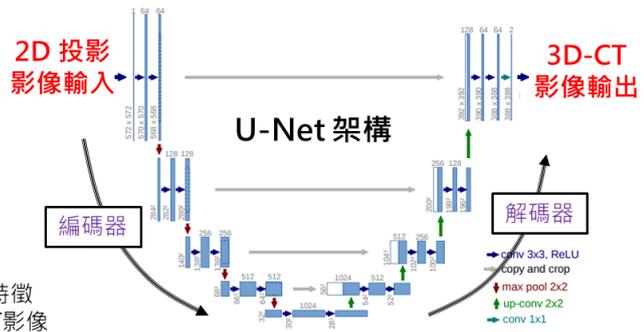
- 以Ray-tracing的模擬投影技術來對3D-CT影像產生數位重建射線影像(Digital Reconstructed Radiograph, DRR)，藉由生成不同角度的投影影像作為CT影像重建的訓練數據。



- 以360度每30度產生DRR影像之結果

圖 3-7 完成 3D-CT 開源資料庫蒐集與逆生成投影影像程式開發

- U-Net主要是應用於醫學影像分割，亦可延伸至反問題(inverse problem)的應用如影像去雜訊與**影像重建**，因此參考此架構作為基礎去設計透過不同角度之X光投影影像來進行3D-CT影像重建技術。



- 編碼器為經由卷積層提取2D投影影像特徵
- 解碼器為經由反卷積層逐步生成3D-CT影像

- CT影像重建演算法流程



- 以CT影像重建**雛形**架構進行訓練與驗證結果比對：

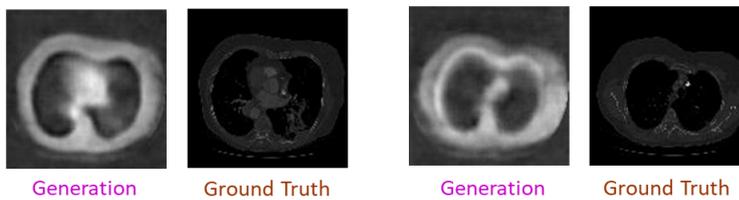


圖 3-8 完成 AI 影像重建深度學習模型設計與程式撰寫

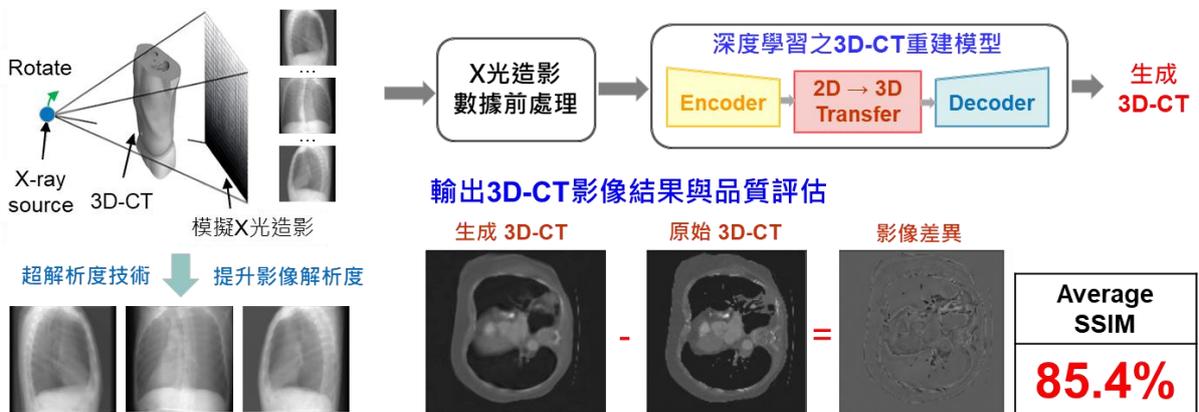
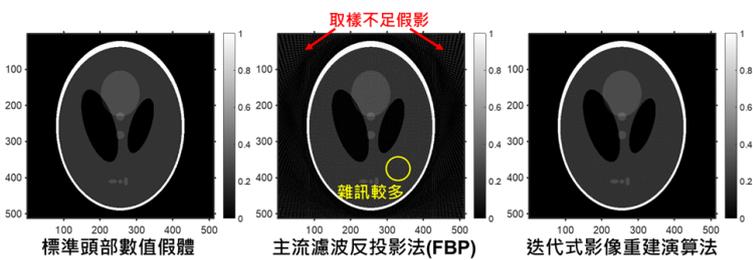
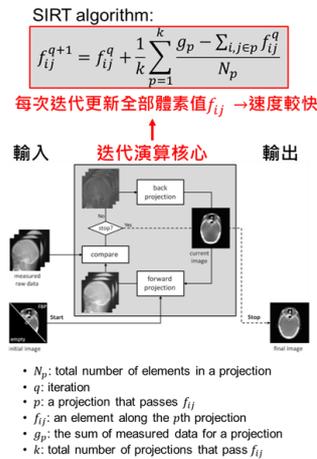


圖 3-9 完成 AI 深度學習之 3D-CT 重建模型，使胸腔脊椎 CT 重建影像之結構相似性指標達 85.4%

- 考量**影像重建時間**與**雜訊抑制能力**，以**同步迭代重建技術(SIRT)**架構為基礎進行**PCD-CT影像重建演算法設計與開發**，目前**完成演算法與初步測試結果**。

迭代式PCD-CT影像重建演算法架構

不同影像重建演算法重建影像



- 迭代式與濾波反投影**重建影像皆無幾何錯位假影**，驗證建立之系統幾何等參數正確。
- 初步以目視定性評估，**濾波反投影法**重建影像**雜訊較多**，且背景有**取樣不足造成的假影**；**迭代式重建法**影像**雜訊較少且無假影**，優於**主流濾波反投影法**，但物體邊緣銳利度稍微降低(橘色箭頭)，**後續將進一步優化影像重建參數**。

圖 3-10 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法設計與測試結果

- 完成PCD-CT迭代式**影像重建演算法關鍵參數制定**，包含**造影系統幾何**、**待測物與影像偵檢器端參數**等共計**15項參數**。
- 重建影像**無幾何錯位假影**，**驗證影像重建參數正確**，後續將**優化迭代次數等參數**，以**獲得更佳影像品質**。

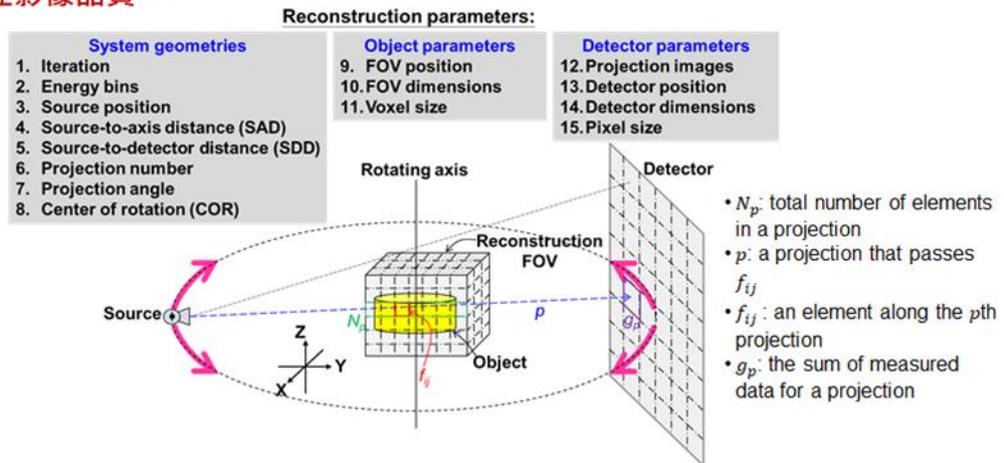


圖 3-11 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發與幾何參數建立

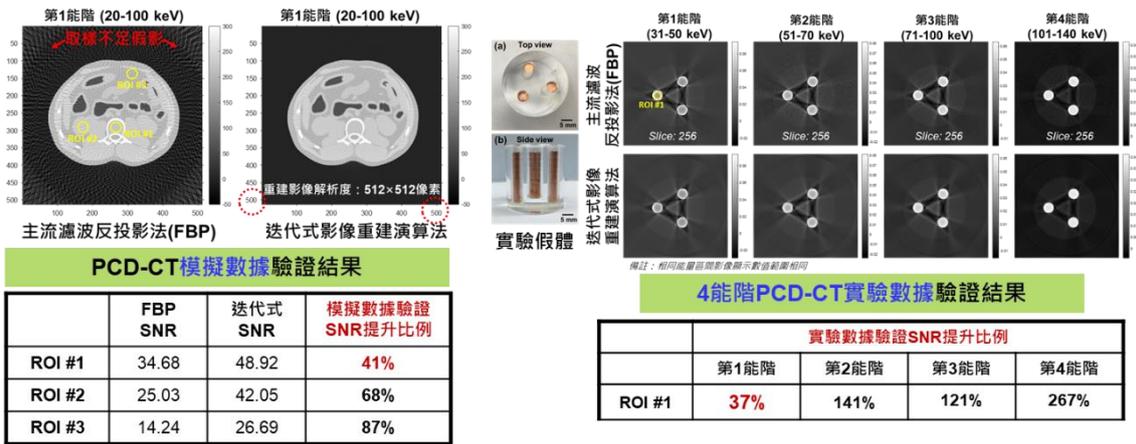


圖 3-12 完成 4 能階 PCD-CT 迭代式影像重建演算法開發使 SNR 可提升 37% 以上

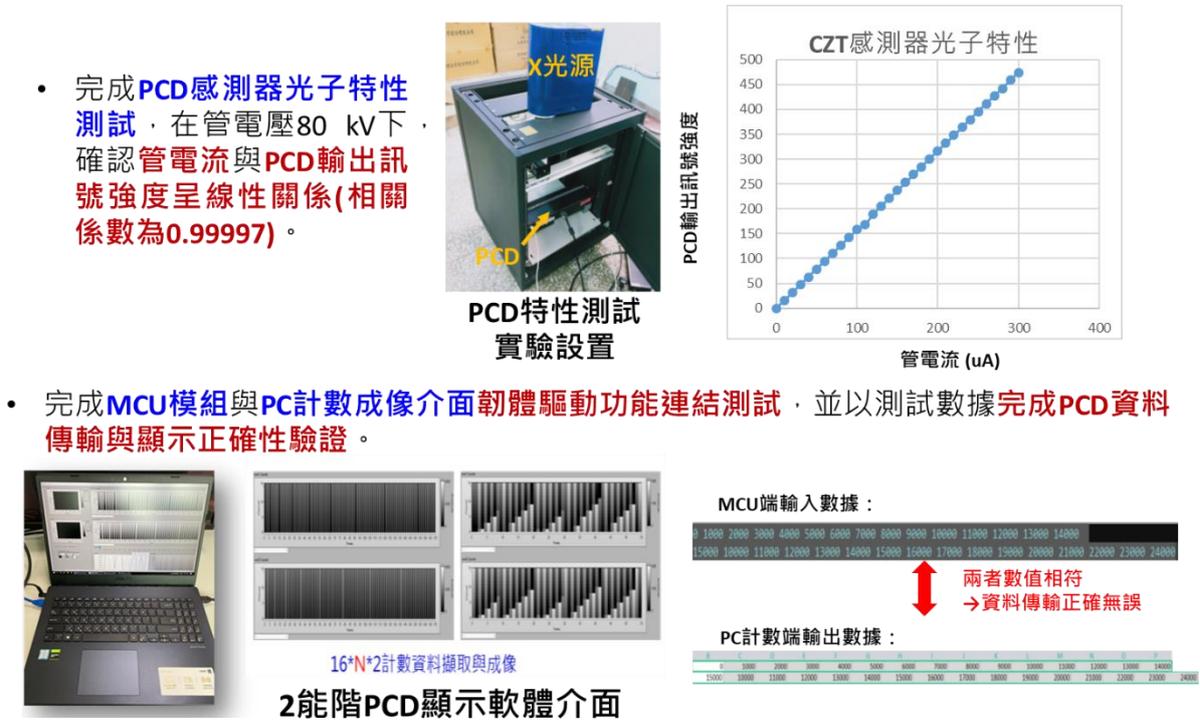


圖 3-13 完成 CZT 感測器光子特性測試與 MCU 韌體驅動功能

- 完成2能階PCD顯示軟體設計與初版介面開發，並以模擬訊號完成數據傳輸正確性驗證。

- 完成PCD影像前處理校正技術開發，並以商用PCD (Varex TDI-350) 影像實測，可成功去除PCD壞點與感測元件銜接處壞線，並改善影像均勻度(偏移量皆小於3.9%)，符合IAEA對於X光影像品質標準(均勻度≤10%)。

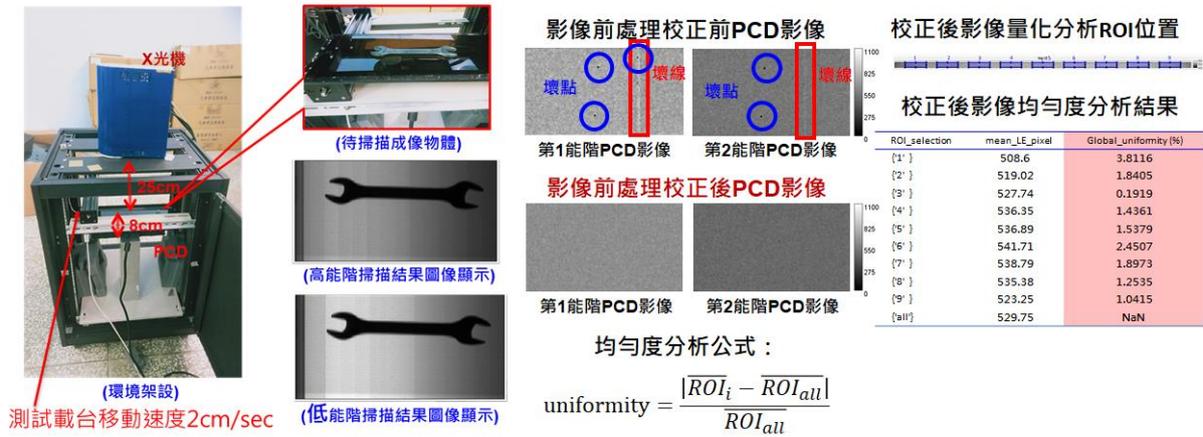


圖 3-14 完成 2 能階 PCD 顯示軟體介面與 PCD 影像前處理校正技術開發

- 完成2能階之線陣型PCD掃描離型系統，完成影像拼接程式開發，以8x6cm<sup>2</sup>歪斜之2D金屬材質片進行掃描驗證，掃描結果能被儲存成TIFF檔，掃描圖像與正確尺寸圖像之影像配準RMSE為0.075，結構相似度為90.57%。

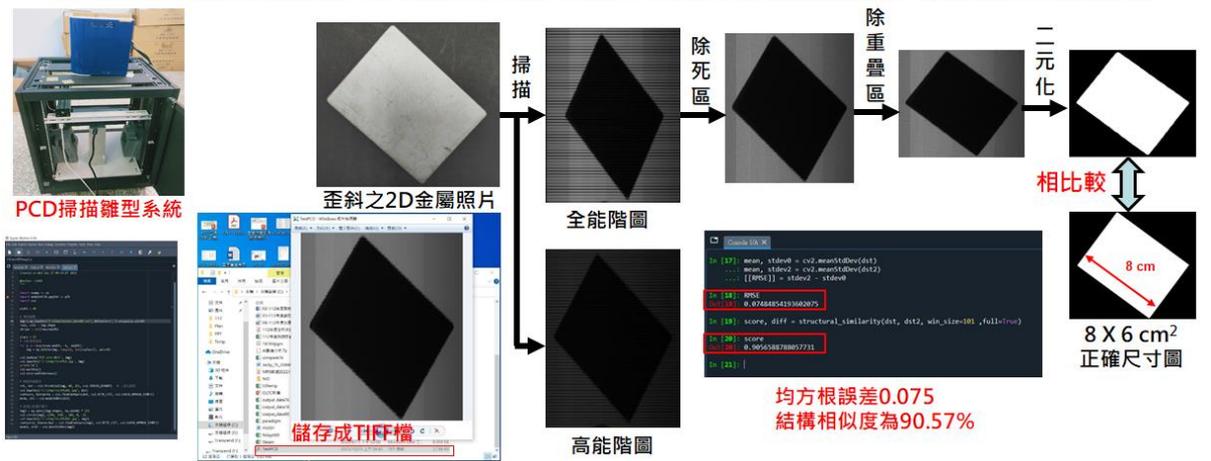


圖 3-15 完成 2 能階之線陣型 PCD 掃描離型系統與影像拼接程式開發

## 子項四：原子物理新穎技術開發與應用

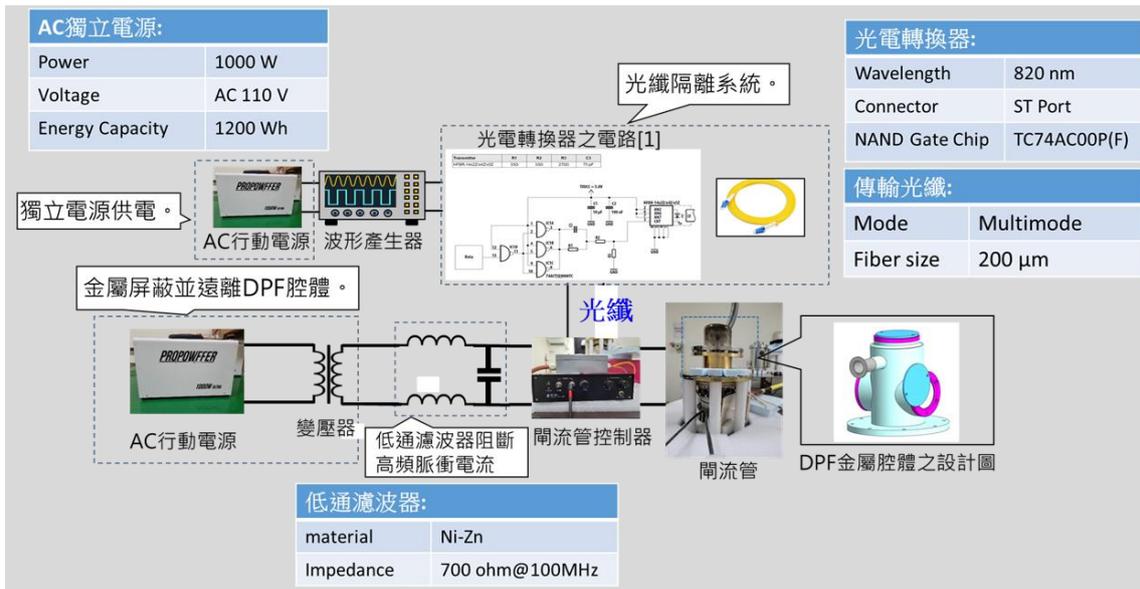


圖 4-1 DPF 電力防護系統之設計

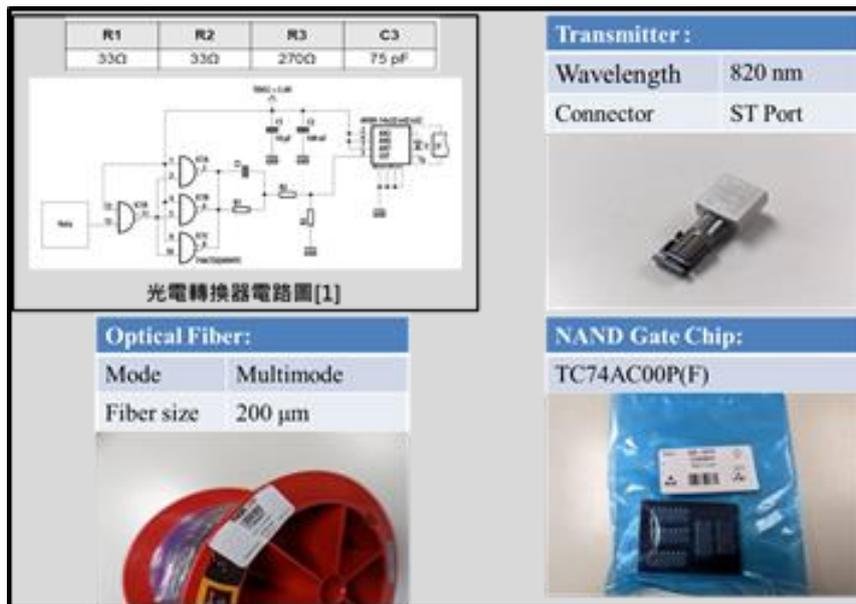


圖 4-2 光纖隔離系統製作

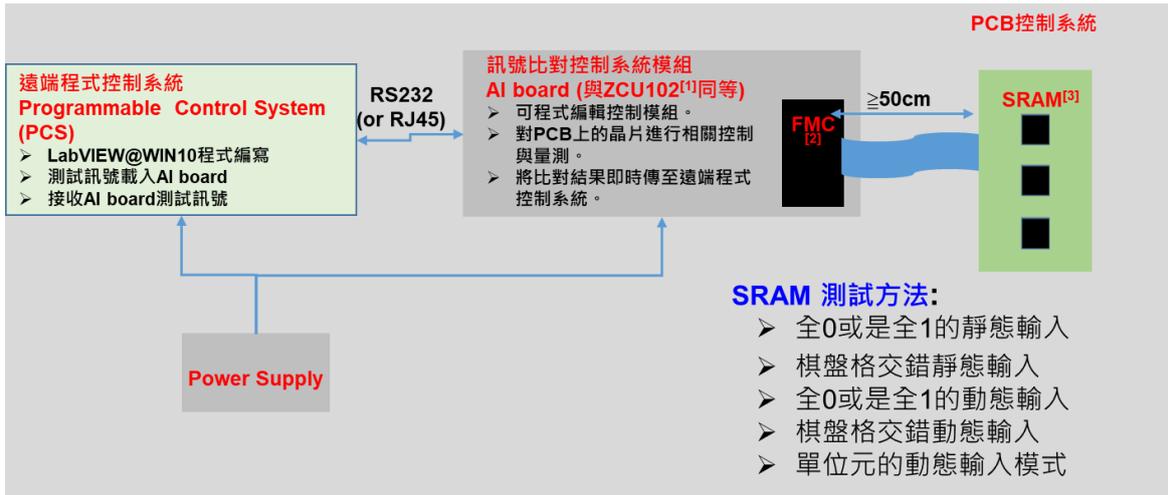


圖 4-3 ATE 系統之控制與連接方式示意圖

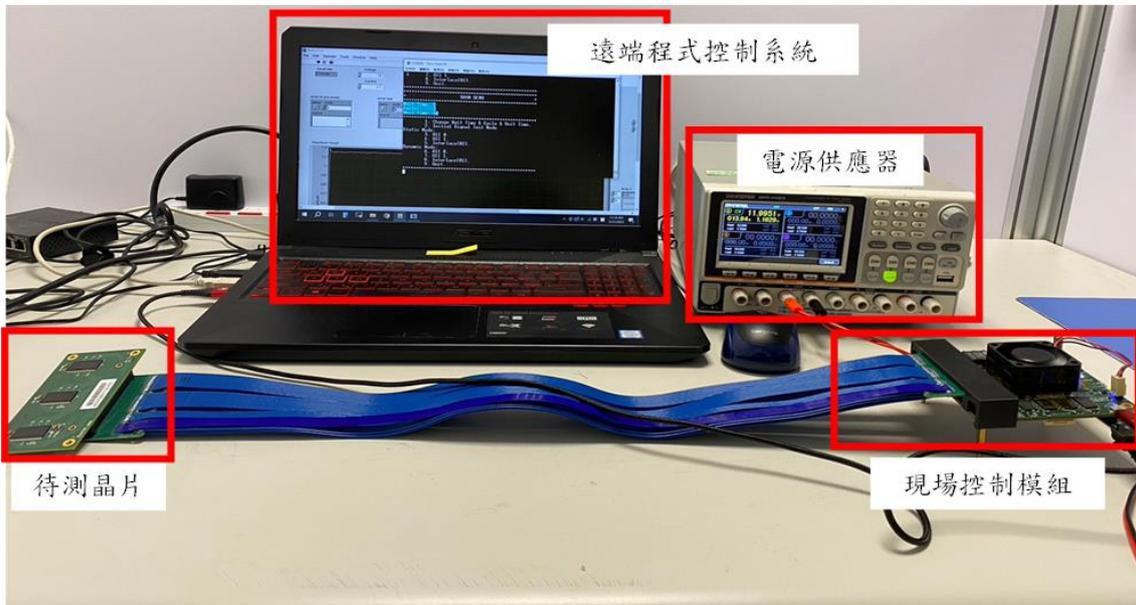


圖 4-4 快中子軟錯誤率測試平台建置

地址：234634 新北市永和區成功路1段80號2樓  
 承辦人：林琦峰  
 電話：(02)8231-7919 分機：2183  
 傳真：(02)8231-7829  
 電子信箱：cflin@aec.gov.tw

受文者：行政院原子能委員會核能研究所

發文日期：中華民國112年3月31日  
 發文字號：會輻字第1120004587號  
 類別：普通件  
 密等及解密條件或保密期限：  
 附件：

主旨：有關貴所「放射性物質生產設備核研所迴旋加速器加速器中子源設備與應用」申請案，本會同意核發「雙功能中子靶」之試運轉許可，請查照。

說明：  
 一、依據貴所112年2月14日於輻射防護雲化服務系統111C0000729號案上傳資料及本會112年3月27日檢查結果辦理。  
 二、貴所依規定完成試運轉後，應於30日內檢附試運轉報告，送本會審查。

圖 4-5 原能會 3 月 31 日核發試運轉許可

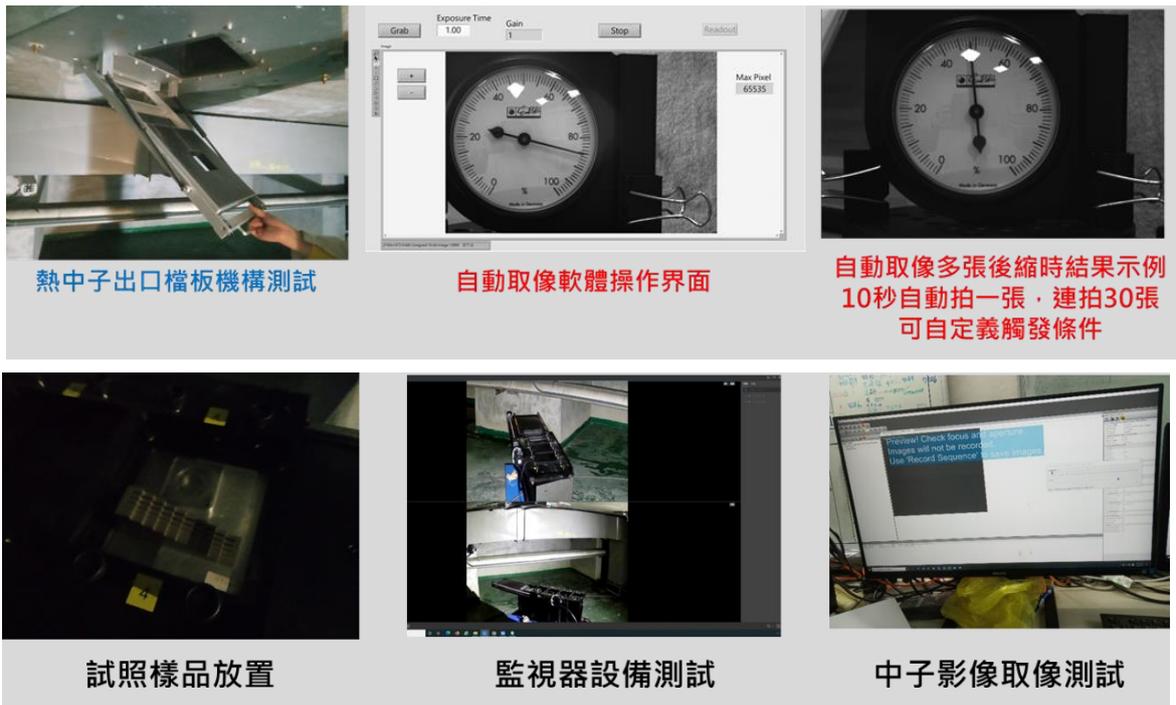


圖 4-6 中子照相自動取像軟體建置及樣品照相之機構整合測試

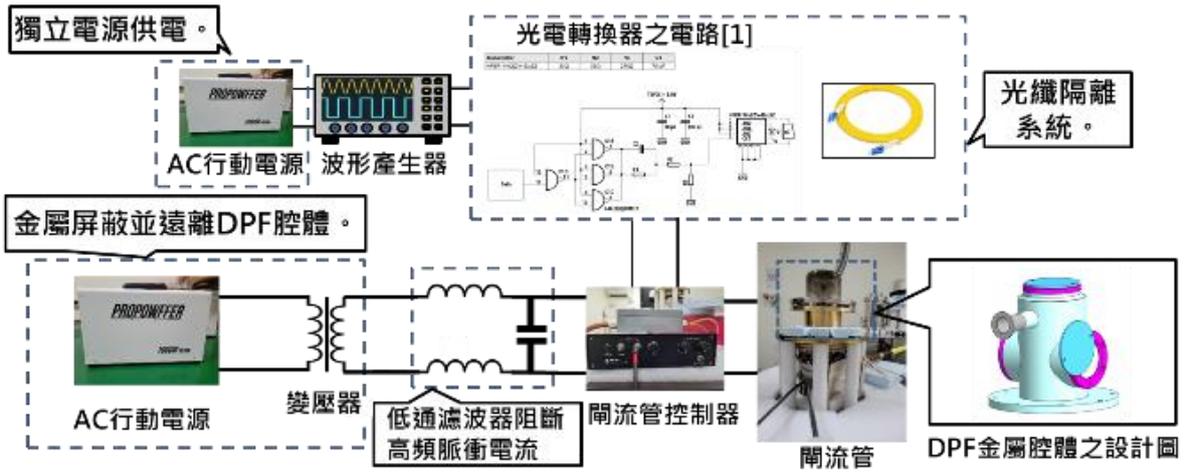


圖 4-7 移動式中子源之 DPF 電力防護示意

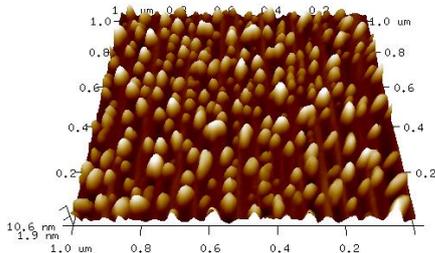


圖 4-8 InAs 量子點之原子力顯微鏡影像，掃描尺寸為  $1 \times 1 \mu\text{m}^2$

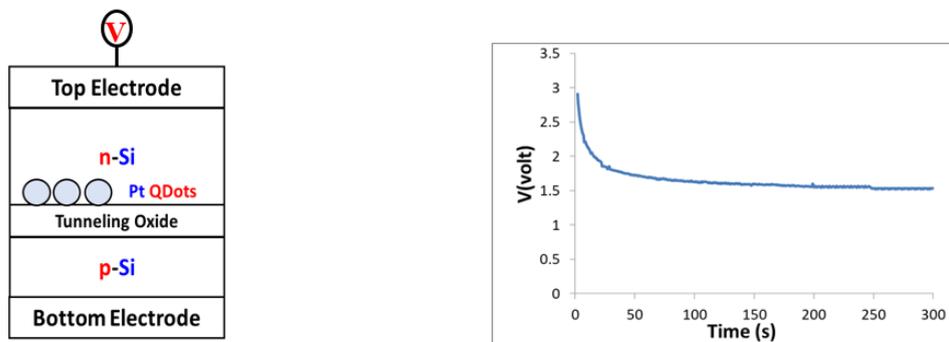


圖 4-9 元件結構示意圖(左圖)，元件於電壓 3V 充電 600 秒後放電圖(右圖)

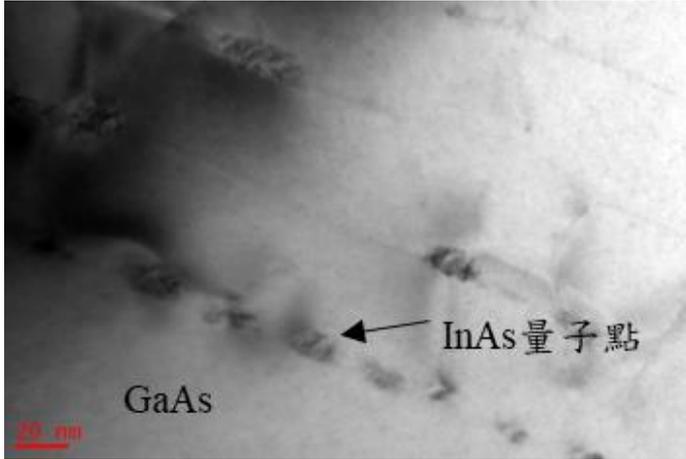


圖 4-10 InAs 量子點週期性結構之穿透式電子顯微鏡影像

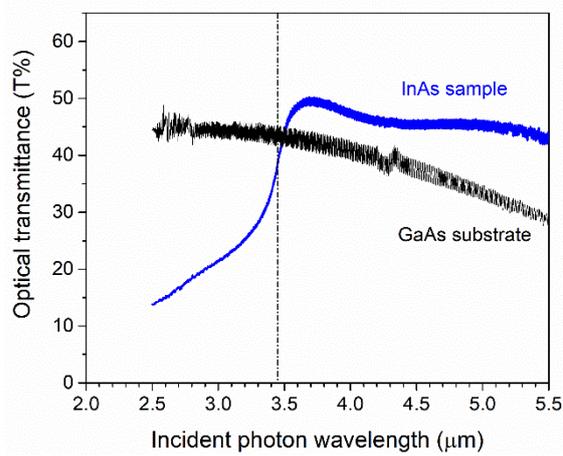


圖 4-11 InAs 樣品之光學穿透曲線，圖上亦顯示 GaAs 基板之穿透曲線作為比較

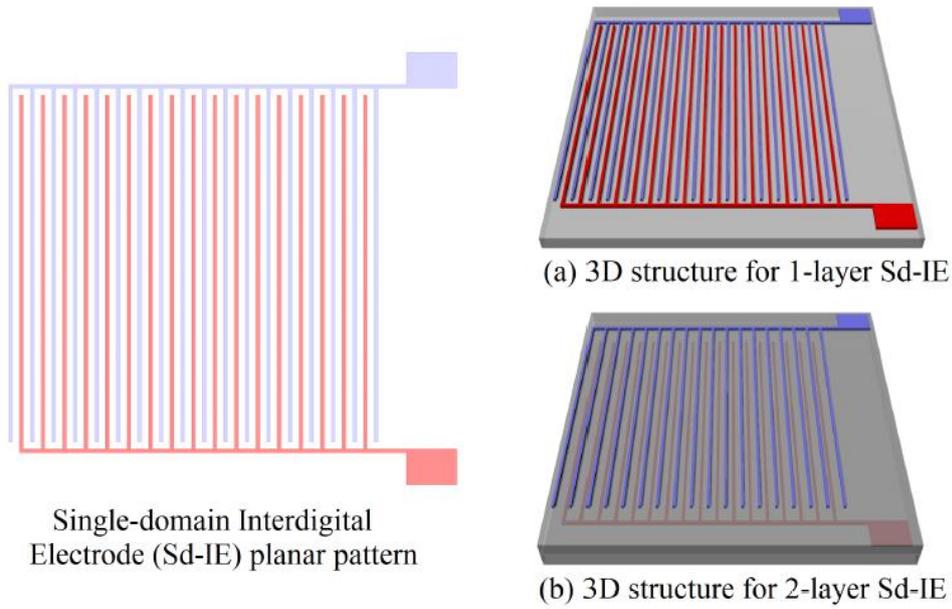


圖 4-12 傳統叉指式平行電路設計。(a)單層電極結構：輸入電極(紅)與感測電極(藍)在同一平面。(b)雙層結構：兩電極分別位於介電層表面與底面。電極線寬： $25 \mu\text{m}$ 。兩電極間距： $50 \mu\text{m}$ 。電極厚度： $0.1 \mu\text{m}$ 。 $\text{SiO}_2$  介電層  $t=2 \mu\text{m}$ 。

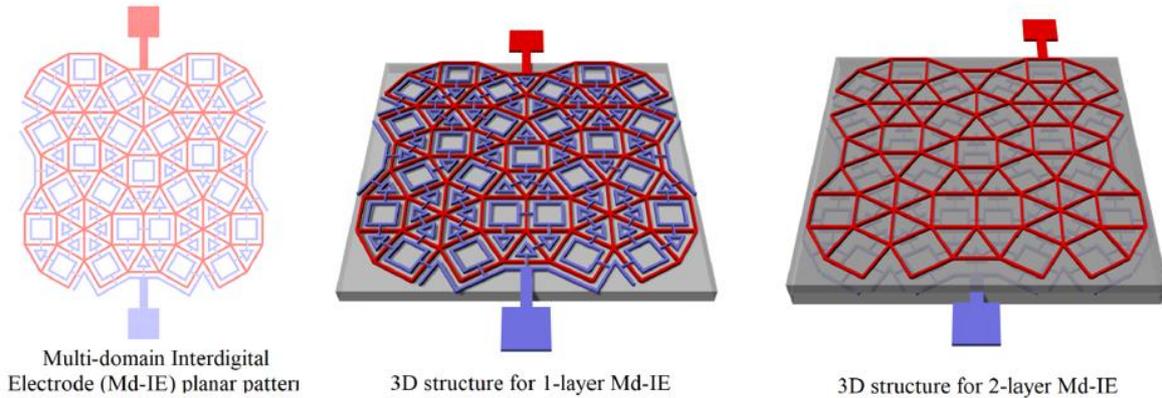


圖 4-13 多域排列叉指式電極感測電路設計。利用碎形幾何特性(局部具有序性、廣域具無序性)設計多域排列叉指式電極結構，在任意感測區內之鄰近分段電極皆有 12 種方向且為等量分布。

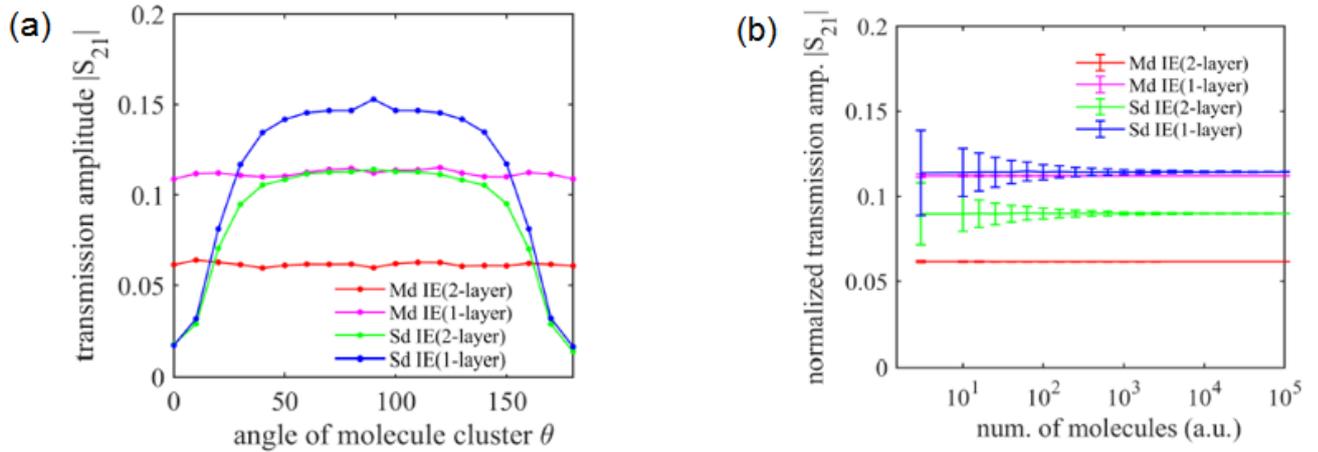


圖 4-14 感測電路模擬分析結果，Md：多域排列電極 Sd：傳統指叉電極。(a)感測分子角度分析：在  $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$  區域內放置平行的 20 個長鏈分子，並改變其長軸角度。感測分子濃度分析：隨處放置不同濃度、方向之長鏈分子，重複檢測 1,000 次，驗證訊號變異標準差。



圖 4-15 (左)分子印刷高分子聚合實驗架設，將 CTx-1(模板分子)溶於乙腈中以超音波震盪加速混合，待均勻再加入甲基丙烯酸(功能性單體)、偶氮二異丁腈(起始劑)、乙二醇二甲基丙烯酸酯(交連劑)，通入氮氣並加熱反應 20 小時完成聚合；(右)接續將完成聚合之溶液離心取出聚合物，加入甲醇/醋酸混合液以索氏萃取法加熱 24 小時去除模板分子，風乾完成分子印刷高分子製作。

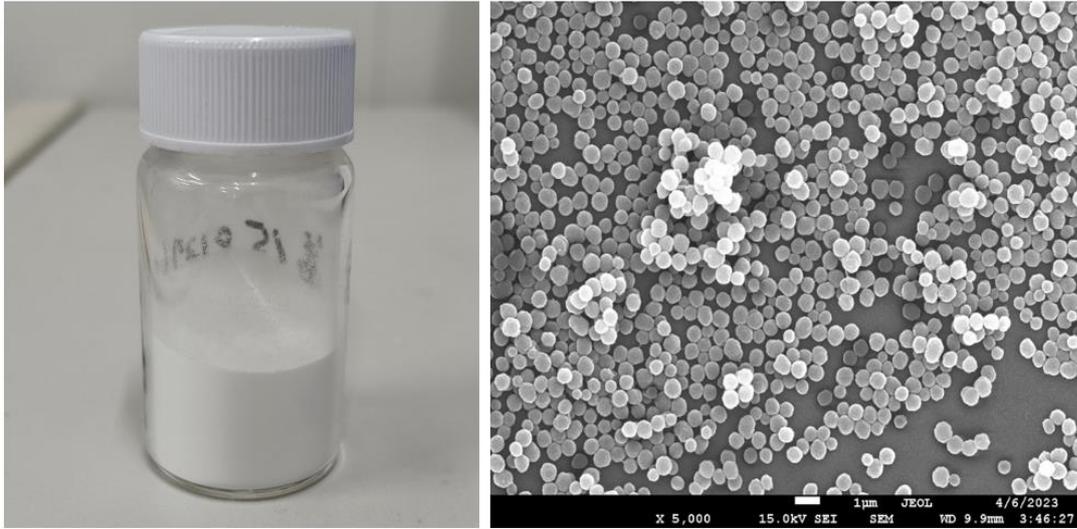


圖 4-16 (左)分子印刷高分子粉末；(右)分子印刷高分子之電子顯微鏡影像。

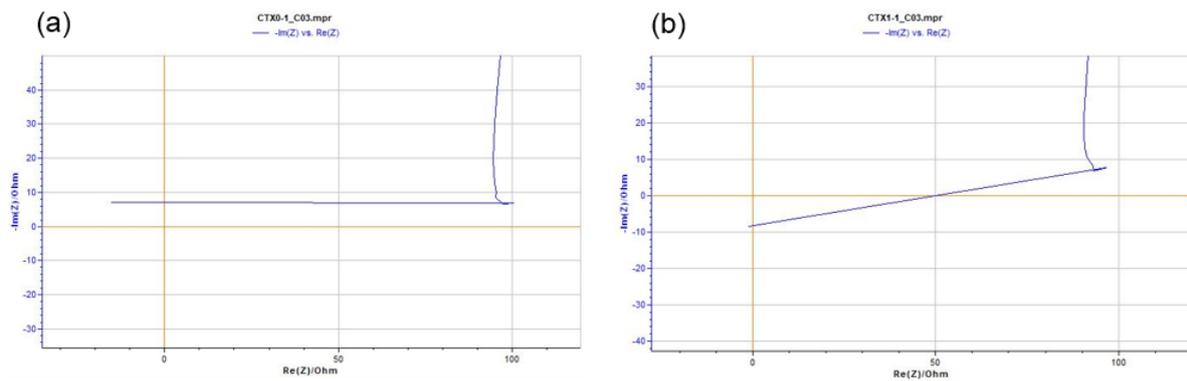


圖 4-17 CTx-1 分子量測性驗證：(a)空白樣本、(b)CTx-1 樣本；橫軸實部阻抗，縱軸為虛部阻抗。將空白樣本及濃度 2.546 ng/ml 之 CTx-1 分子標準試劑以定量滴管滴於感測電路之感測區，利用阻抗分析儀測量交流阻抗，可定性分析樣本中有無 CTx-1 分子存在。



圖 4-18 (左)感測電路實體，尺寸 20mm x 10 mm，感測區域(紅框區域)3mm x 3mm；(右)感測電路之光學顯微鏡放大影像。

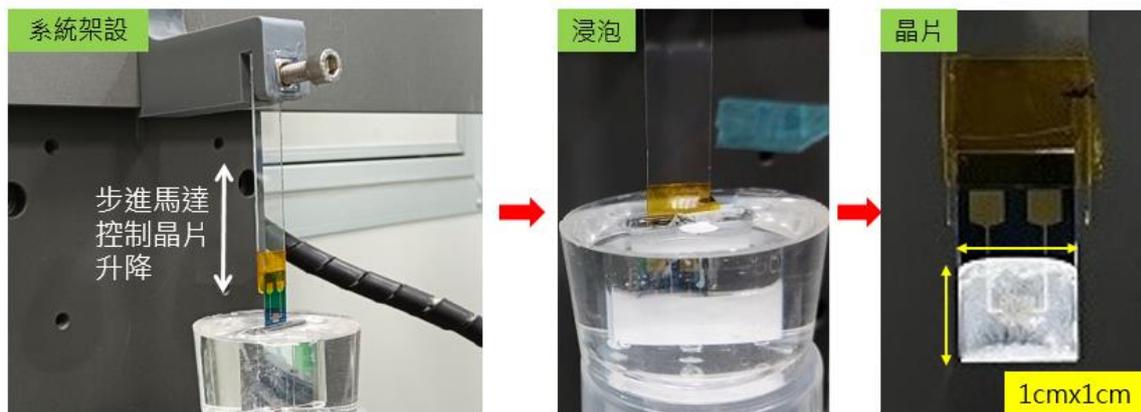


圖 4-19 利用浸塗法將分子印刷高分子塗佈於電路表面。先將分子印刷高分子與壓克力樹脂(acrylic resin)及丙酮(acetone)混合，將晶片垂直浸入混合液中，以步進馬達將晶片等速拉起後自然風乾，完成塗佈作業。

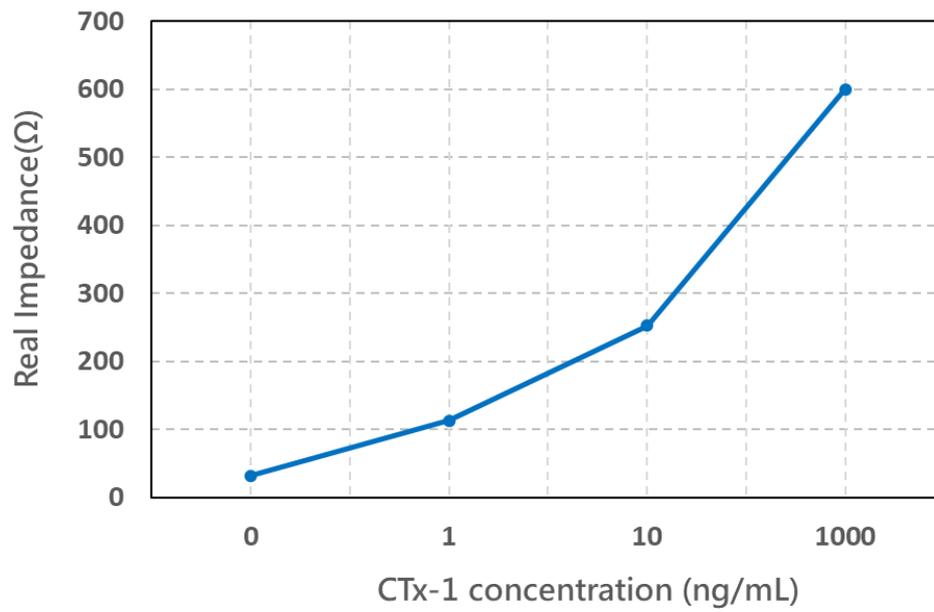


圖 4-20 晶片對不同 CTx-1 濃度分子溶液之阻抗測試。將不同濃度溶液滴於晶片感測區域，利用交流阻抗分析儀對感測電路施加電壓 1.5V、頻率 398.11 Hz 之交流訊號並讀取其阻抗大小，最佳可辨識濃度達 1 ng/mL。